

Croatian <sup>47</sup>  
*sa*  
2012 <sub>7</sub> International  
Symposium on  
Agriculture

## Proceedings

47  
Hrvatski  
7  
Međunarodni  
Sympozij  
Agronoma

Zbornik radova

## Impressum

Izdavač Published by	Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb, Hrvatska University of Zagreb, Faculty of Agriculture, Zagreb, Croatia
Glavni urednik – Editor in Chief	Milan Pospišil
Uređivački odbor – Editorial Board	Snježana Bolarić Marija Cerjak Stjepan Husnjak Tomislav Jemrić Ana Jeromel Boro Mioč Marina Piria Ana Pospišil Nina Toth
Tehnički urednici – Technical Editors	Ana Pospišil Ivan Vnučec
Oblikovanje – Designed by	Dragan Tupajić
Tisak – Printed by Naklada – Edition	Luna Grafika d.o.o., Zagreb, Croatia 40

---

ISBN 978-953-7878-03-0 (Proceedings – print)  
ISBN 978-953-7878-04-7 (Proceedings Book 1 – print)  
ISBN 978-953-7878-05-4 (Proceedings Book 2 – print)  
ISBN 978-953-7878-01-6 (CD)  
ISBN 978-953-7878-02-3 (web)

---

**Web page** <http://sa.agr.hr>

## Impressum

University of Zagreb . Faculty of Agriculture . Zagreb . Croatia

and

University "Josip Juraj Strossmayer" in Osijek . Faculty of Agriculture, Osijek . Croatia

Balkan Environmental Association (B.EN.A)

European Society of Agricultural Engineers (EurAgEng)

International Soil Tillage Research Organisation (ISTRO)

University of Mostar . Faculty of Agriculture and Food Technology . Mostar . Bosnia and Herzegovina

University of Ljubljana . Biotechnical Faculty . Slovenia

University of Maribor . Faculty of Agriculture and Life Sciences . Slovenia

University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine of Cluj-Napoca . Romania

under the auspices of the

Ministry of Agriculture of the Republic of Croatia

in collaboration with

Bc Institute for Breeding and Production of Field Crops . Zagreb . Croatia

Tobacco Institute . Zagreb . Croatia

Department of Agriculture and Forestry of the City of Zagreb . Croatia

Croatian Food Agency . Osijek . Croatia

Croatian Society of Agronomy . Zagreb . Croatia

Croatian Centre for Agriculture, Food and Rural Affairs . Zagreb . Croatia

Croatian Chamber of Economy . Zagreb . Croatia

Croatian Agricultural Agency . Križevci . Croatia

Croatian Agricultural Chamber . Zagreb . Croatia

Institute for Adriatic Crops and Karst Reclamation . Split . Croatia

Institute of Agriculture and Tourism . Poreč . Croatia

Agricultural Institute Osijek . Osijek . Croatia

College of Agriculture at Križevci . Križevci . Croatia

Zagreb County, Zagreb . Croatia

organize

## 47<sup>th</sup> Croatian & 7<sup>th</sup> International Symposium on Agriculture

February 13 – 17, 2012

Opatija, Croatia

Grand Hotel Adriatic



ISTRO

## Impressum

Sveučilište u Zagrebu . Agronomski fakultet . Zagreb . Hrvatska

i

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku . Poljoprivredni fakultet . Osijek . Hrvatska  
Balkan Environmental Association (B.EN.A)  
European Society of Agricultural Engineers (EurAgEng)  
International Soil Tillage Research Organisation (ISTRO)  
Sveučilište u Mostaru . Agronomski i prehrambeno-tehnološki fakultet . Bosna i Hercegovina  
Univerza v Ljubljani . Biotehniška fakulteta . Slovenija  
Univerza v Mariboru . Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede Slovenija  
University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine of Cluj-Napoca . Romania

pod pokroviteljstvom

Ministarstva poljoprivrede Republike Hrvatske

a u suradnji s

Bc Institutom za oplemenjivanje i proizvodnju bilja . Zagreb . Hrvatska  
Duhanskim institutom . Zagreb . Hrvatska  
Gradskim uredom za poljoprivredu i šumarstvo Grada Zagreba . Hrvatska  
Hrvatskom agencijom za hranu . Osijek . Hrvatska  
Hrvatskim agronomskim društvom, Zagreb . Hrvatska  
Hrvatskim centrom za poljoprivredu, hranu i selo . Zagreb . Hrvatska  
Hrvatskom gospodarskom komorom . Zagreb . Hrvatska  
Hrvatskom poljoprivrednom agencijom . Križevci . Hrvatska  
Hrvatskom poljoprivrednom komorom . Zagreb . Hrvatska  
Institutom za jadranske kulture i melioraciju krša . Split . Hrvatska  
Institutom za poljoprivredu i turizam . Poreč . Hrvatska  
Poljoprivrednim institutom Osijek . Osijek . Hrvatska  
Visokim gospodarskim učilištem u Križevcima . Križevci . Hrvatska  
Zagrebačkom županijom . Hrvatska

organiziraju

## 47. hrvatski i 7. međunarodni simpozij agronoma

13. – 17. veljače 2012. godine  
Opatija, Hrvatska  
Grand hotel Adriatic



ISTRO

## Impressum

Organizing Committee  
Organizacijski odbor

Chairman . Predsjednik

---

Davor Romić

---

Members . Članovi

---

Vlado Guberac, Croatia

---

Fokion Vosniakos, Greece

---

Peter Schulze Lammers, Germany

---

Oswaldo Ernst, Uruguay

---

Stanko Ivanković, Bosnia and Herzegovina

---

Mihael Jožef Toman, Slovenia

---

Mario Lešnik, Slovenia

---

Doru Pamfil, Romania

---

Daniel Škoro, Croatia

---

Mario Njavro, Croatia

---

Emil Tuk, Croatia

---

Zorica Jurković, Croatia

---

Josip Haramija, Croatia

---

Ljiljana Gašparec-Skočić, Croatia

---

Božica Marković, Croatia

---

Zdravko Barać, Croatia

---

Ivan Katalinić, Croatia

---

Slavko Perica, Croatia

---

Đordano Peršurić, Croatia

---

Zvonimir Zdunić, Croatia

---

Andrija Špoljar, Croatia

---

Gordana Županac, Croatia

---

Secretariat . Tajništvo

---

Milan Pospišil, Croatia

---

Ivona Filipović, Croatia

---

Scientific Committee  
Znanstveni odbor

Chairman . Predsjednik

---

Edi Maletić

---

Members . Članovi

---

Zvonko Antunović, Croatia

---

Franc Bavec, Slovenia

---

Marta Birkas, Hungary

---

Snježana Bolarić, Croatia

---

Marija Cerjak, Croatia

---

Radica Ćorić, Bosnia and Herzegovina

---

Tihomir Florijančić, Croatia

---

Stjepan Husnjak, Croatia

---

Dafinka Ivanova, Bulgaria

---

Tomislav Jemrić, Croatia

---

Ana Jeromel, Croatia

---

Vlado Kovačević, Croatia

---

Ružica Lončarić, Croatia

---

Zdenko Lončarić, Croatia

---

Sonja Marić, Croatia

---

Boro Mioč, Croatia

---

Nada Parađiković, Croatia

---

Marina Piria, Croatia

---

Ana Pospišil, Croatia

---

Dana Pusta, Romania

---

Domagoj Rastija, Croatia

---

Emil Erjavec, Slovenia

---

Nina Toth, Croatia

---

## Impressum

### Sections . Sekcije

Section . Sekcija	Section moderators Voditelj sekcije
1 Agroecology and Ecological Agriculture Agroekologija i ekološka poljoprivreda	Prof. Stjepan Husnjak, PhD
2 Agricultural Economics and Rural Sociology Agroekonomika i agrosociologija	Prof. Marija Cerjak, PhD
3 Genetics, Plant Breeding and Seed Production Genetika, oplemenjivanje bilja i sjemenarstvo	Prof. Snježana Bolarić, PhD
4 Vegetable Growing, Ornamental, Aromatic and Medicinal Plants Povrčarstvo, ukrasno, aromatično i ljekovito bilje	Assist. Prof. Nina Toth, PhD
5 Field Crop Production . Ratarstvo	Prof. Ana Pospišil, PhD
6 Fisheries, Game Management and Beekeeping Ribarstvo, lovstvo i pčelarstvo	Assist. Prof. Marina Piria, PhD
7 Animal Husbandry . Stočarstvo	Prof. Boro Mioč, PhD
8 Viticulture and Enology . Vinogradarstvo i vinarstvo	Prof. Ana Jeromel, PhD
9 Pomology . Voćarstvo	Prof. Tomislav Jemrić, PhD

## A Word from the Editor

Dear Colleagues,

In your hands is another Book of Abstracts and the Proceedings of the Symposium on Agriculture, which I hope you will find useful in your work.

As many as 324 contributions have been accepted for oral or poster presentations at the 47th Croatian and 7th International Symposium on Agriculture, of which 191 from Croatia and 133 from other countries. Papers come from 23 countries: Serbia (50), Turkey (17), Romania (12), Slovenia (10), Hungary (8), Bosnia and Herzegovina (5), Iran (4), Albania (3), Kosovo (3), Macedonia (3), Poland (3), Italy (2), Kazakhstan (2), Latvia (2), Montenegro (1), Czech Republic (1), Greece (1), Libya (1), Austria (1), Moldova (1), Pakistan (1), Germany (1) and USA (1).

Symposium themes cover all branches of agriculture and are divided into nine sections: 1) Agroecology and Ecological Agriculture, 2) Agricultural Economics and Rural Sociology, 3) Genetics, Plant Breeding and Seed Production, 4) Vegetable Growing, Ornamental, Aromatic and Medicinal Plants, 5) Field Crop Production, 6) Fisheries, Game Management and Beekeeping, 7) Animal Husbandry, 8) Viticulture and Enology, and 9) Pomology. Papers dealing with plant protection, agricultural engineering and technology and food safety are included into one of the offered sections in accordance with their topics.

In the plenary lectures is presented the influence of environment and production practice on grain quality of maize and sorghum, as well as the mode of entering and the presence of heavy metals in the soil and their transfer to the food chain. Particular attention is devoted to the changes brought by the access of Croatia to the European Union and the introduction of common agrarian policy on individual sectors of agricultural production.

Full texts of the submitted communications (175 papers) or their abstracts (149 abstracts) are available in paper form (book) or in electronic form (CD and web <http://sa.agr.hr>). Each paper included in the Proceedings was reviewed by two referees. Abstracts were read by relevant section moderators and slightly revised, without changing the meaning of sentences. Unfortunately, due to the short time for reviewing, text authorization was not possible and I apologize for the errors that might have slipped in.

I hope that the papers will be useful to many agriculturalists and to those engaged in related fields and enable better collaboration of scientists, researchers and professionals from Croatia and abroad, as well as to the producers from Croatia, Europe and the World, in their common sphere of interest – transfer of scientific and professional achievements into agricultural production and practice. I thank all the authors, reviewers, section moderators and colleagues for their help in editing the Proceedings.

Special thanks go to the Ministry of Agriculture of the Republic of Croatia under whose auspices the Symposium is held as well as to the co-organizers for their unselfish collaboration and comprehensive support.

Zagreb, 27 January 2012

Prof. Milan Pospišil, PhD  
Editor-in-Chief

## **Riječ urednika**

Poštovane kolegice i kolege,

pred Vama su još jedan Zbornik radova i Zbornik sažetaka simpozija agronoma, koji će nadam se koristiti Vašem radu.

Za 47. hrvatski i 7. međunarodni simpozij agronoma prihvaćena su 324 priloga koji će biti prezentirani usmeno ili kao poster, od toga 191 iz Hrvatske i 133 iz inozemstva. Zastupljeni su prilozima iz 23 države: Srbija (50), Turska (17), Rumunjska (12), Slovenija (10), Mađarska (8), Bosna i Hercegovina (5), Iran (4), Albanija (3), Kosovo (3), Makedonija (3), Poljska (3), Italija (2), Kazahstan (2), Latvija (2), Crna Gora (1), Češka (1), Grčka (1), Libija (1), Austrija (1), Moldavija (1), Pakistan (1), Njemačka (1) i SAD (1).

Teme simpozija vezane su uz sve grane poljoprivrede, a izlaganja će se održati u okviru devet sekcija: 1) Agroekologija i ekološka poljoprivreda, 2) Agroekonomika i agrosociologija, 3) Genetika, oplemenjivanje bilja i sjemenarstvo, 4) Povrčarstvo, ukrasno, aromatično i ljekovito bilje, 5) Ratarstvo, 6) Ribarstvo, lovstvo i pčelarstvo, 7) Stočarstvo, 8) Vinogradarstvo i vinarstvo i 9) Voćarstvo. Radovi iz područja: zaštite bilja, poljoprivredne tehnike i tehnologije te sigurnosti hrane uvršteni su u jednu od postojećih sekcija sukladno temi prispjelog rada.

U plenarnim predavanjima predložen je utjecaj okoliša i tehnologije proizvodnje na kvalitetu zrna kukuruza i sirka, način unošenja i prisutnost teških metala u tlu te njihov transfer u prehrambeni lanac. Posebna pozornost pridana je promjenama koje donosi pristup Hrvatske u EU i uvođenje zajedničke agrarne politike na pojedine sektore poljoprivredne proizvodnje.

Predloženi radovi tiskani su u cjelovitom obliku (175 radova) ili kao sažetak (149 sažetaka), a nalaze se u tiskanom (knjiga) i elektronskom obliku (CD i web <http://sa.agr.hr>). Svaki rad tiskan u Zborniku radova je recenziran od dva recenzenta. Sažeci su pregledani od voditelja sekcije i neznatno korigirani, pri čemu nije mijenjan smisao rečenice. Na žalost, zbog kratkog roka za pregled nije bilo vremena za autorizaciju teksta pa su moguće određene pogreške za koje se unaprijed ispričavam.

Nadam se da će ovi radovi biti korisni mnogima iz područja poljoprivrede i srodnih djelatnosti, radi bolje suradnje među znanstvenicima i stručnjacima iz Hrvatske i inozemstva, odnosno proizvođačima iz Hrvatske, Europe i Svijeta, i to na zajedničkom interesnom području – prijenosu znanstvenih i stručnih postignuća u poljoprivrednu proizvodnju i praksu. Zahvaljujem svim autorima, recenzentima, voditeljima sekcija i kolegicama i kolegama na pomoći u uređivanju Zbornika.

Osobito zahvaljujem pokrovitelju simpozija – Ministarstvu poljoprivrede RH te suorganizatorima simpozija na nesebičnoj suradnji i svekolikoj potpori.

Zagreb, 27. siječnja 2012.

Prof.dr.sc. Milan Pospišil

Glavni urednik



## Contents

### Book 1

#### Plenary Presentations

- 3 **Emil ERJAVEC, Miroslav REDNAK, Tina VOLK, Miroslav BOŽIĆ**  
 | Hrvatska poljoprivreda i Zajednička agrarna politika – okvir ekonomskih promjena i ocjena učinka po  
 proizvodnima sektorima  
 | Croatian agriculture and Common Agricultural Policy – the framework of economic changes and the  
 estimated effect by production sectors
- 14 **Zdenko LONČARIĆ, Imre KADAR, Zorica JURKOVIĆ, Vlado KOVAČEVIĆ, Brigita POPOVIĆ, Krunoslav  
 KARALIĆ**  
 | Teški metali od polja do stola  
 | Heavy metals from farm to fork
- 24 **Stephen C. MASON**  
 | Environment and production practice influence on grain quality of maize and sorghum

#### Section 1 | Agroecology and Ecological Agriculture

- 35 **Aleksandra BENSA, Zdravka SEVER ŠTRUKIL, Vedran RUBINIĆ, Tonka NINČEVIĆ**  
 | Ispiranje nitrata pri gnojidbi kukuruza različitim dozama dušika  
 | Nitrate leaching under different fertilization of maize
- 40 **Milan BRANKOV, Milena SIMIĆ, Sava VRBNIČANIN, Vesna DRAGIČEVIĆ, Igor SPASOJEVIĆ, Branka  
 KRESOVIĆ**  
 | The influence of foliar fertilisers on morphological traits of maize inbreds
- 44 **Horia BUNESCU, Teodora FLORIAN, Ilonka BODIŠ**  
 | Alternative pest management of some ornamental plants in greenhouse
- 48 **Florin CRISTA, Isidora RADULOV, Iacob BORZA, Florin SALA, Adina BERBECEA, Alina LATO, Ionel GAICA**  
 | Mineral fertilization influence upon soil chemical properties
- 51 **Željko DOLIJANOVIĆ, Snežana OLJAČA, Dušan KOVAČEVIĆ, Irena JUG, Bojan STIPEŠEVIĆ, Dobrivoj POŠTIĆ**  
 | Utjecaj agrotehničkih mjera na prinos zrna pira (*Triticum aestivum* spp. *spelta*) u organskom sustavu uzgoja  
 | The effect of cultural practices on grain yield spelt (*Triticum aestivum* ssp *spelta*) in organic farming
- 56 **Vesna DRAGIČEVIĆ, Milan BRANKOV, Milena SIMIĆ, Sava VRBNIČANIN, Irena JUG, Igor SPASOJEVIĆ**  
 | Dynamics of water and dry matter accumulation in maize inbreds induced by amino acid foliar fertilizer
- 60 **Stjepan HUSNJAK, Zlatko ČMELIK, Nikola STRIBER**  
 | Pogodnost poljoprivrednog zemljišta za voćarstvo na području općine Bednja  
 | Suitability of agricultural land for fruit growing on the Bednja region
- 65 **Danijela JUNGIĆ, Mario SRAKA, Dean BAN**  
 | Utjecaj N prihrane i malčiranja na prinos lubenica i količinu mineralnog N u tlu i procjednim vodama  
 | Influence of N sidedressing and mulching on watermelon yield and amount of mineral N content in soil and  
 percolates
- 70 **Hrvoje KUTNJAK, Krešimir BOŠNJAK, Goran PERČULIJA, Marina VRANIĆ, Josip LETO, Ana ŽGOMBA, Silvija  
 ŠPILJAK, Mateja NOVAKOVIĆ, Dario VIBOH**  
 | Biochar addition to the soil limits initial development of red clover (*Trifolium pratense* L.)  
 | Dodatak biougljena supstratu usporava početni razvoj crvene djeteline (*Trifolium pratense* L.)
- 74 **Ivka KVATERNJAK, Ivica KISIĆ, Andrija ŠPOLJAR, Dragutin KAMENJAK, Roman JELEN**  
 | Mehanički otpor tla odabranih vinograda različite starosti na području Križevaca  
 | Mechanical resistance of soil in selected vineyards of different ages in Križevci area
- 78 **Alina LAŤO, Isidora RADULOV, K. LAŤO, F. CRISTA, Adina BERBECEA, L. NIŤA**  
 | Sewage sludge – a possible fertilizing resource in agriculture

## Contents

- 81 **Marina MAJHEN, Mario SRAKA**  
| Procjena pogodnosti zemljišta općine Cestica za vinogradarstvo  
| Evaluation of land suitability for vineyards in Cestica region
- 86 **Đurđica MIHIĆ, Daria JOVIČIĆ, Davor KRALIK, Jelena MIRJANIĆ, Milan IVANOVIĆ, Marko VUKŠIĆ**  
| Proizvodnja bioplina iz lucerne (*Medicago sativa*)  
| Production of biogas from leguminous plant
- 90 **Jelena MILIVOJEVIĆ, Miodrag JELIĆ, Vera DJEKIĆ, Vesna STEVANOVIĆ**  
| Some chemical parameters of soil quality in the Šumadija region
- 94 **Mateja MURŠEC, Remi CHAUSSOD**  
| Impact of organic fertilising on soil microbial biomass in acid soil
- 98 **Alina NEAČU, Gicu-Gabriel ARSENE, Ciprian STROIA, Alina LAȚO, Florin CRISTA**  
| Changes in Banat's humid areas flora and vegetation under the influence of proximities
- 102 **Olivera NIKOLIĆ, Tomislav ŽIVANOVIĆ, Miodrag JELIĆ, Marija KRALJEVIĆ – BALALIĆ**  
| The evaluation of winter wheat genotypes adaptability to ecological agriculture system on the base of nitrogen utilization efficiency
- 106 **Vesna OREHOVAČKI, Marcela ANDREATA KOREN, Sanja SIKORA, Ivka KVATERNJAK, Nataša PINTIĆ PUKEC, Mihaela BLAŽINKOV**  
| Utjecaj bakterizacije sjemena i kultivara na kemijski sastav lucerne (*Medicago sativa* L.)  
| The effect of seed inoculation and cultivar on chemical properties of alfalfa (*Medicago sativa* L.)
- 111 **Sanda RAŠIĆ, Edita ŠTEFANIĆ, Silvia BAGO**  
| Rasprostranjenost alohtone invazivne vrste ambrozije (*Ambrosia artemisiifolia* L.) u Baranji  
| Spread of invasive alien species ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) in Baranja
- 116 **Zdravka SEVER ŠTRUKIL, Aleksandra BENSA, Marko RUNJIĆ, Kristina KRKLEC**  
| Utjecaj nagiba terena na kemijske značajke vinogradarskih tala Plešivice  
| The impact of slope terrain on chemical properties of Plešivica vineyard soil
- 121 **Ivan ŠIRIĆ, Romano BOŽAC, Ivica KOS, Renata VRHOVEC**  
| Zastupljenost gljiva iz porodice *Boletaceae* u Parku prirode Medvednica  
| Presence of mushrooms of the family *Boletaceae* in Natural Park Medvednica
- 126 **Igor SPASOJEVIĆ, Milena SIMIĆ, Dušan KOVAČEVIĆ, Vesna DRAGIČEVIĆ, Željko DOLIJANOVIĆ, Milan BRANKOV**  
| The influence of crop rotation and different weed managements on leaf area and maize yield
- 130 **Marija ŠPOLJAREVIĆ, Ivana MAKSIMOVIĆ, Ivna ŠTOLFA, Miroslav LISJAK, Marina PUTNIK-DELIĆ, Milan MIROSAVLJEVIĆ, Tihana TEKLIĆ**  
| Utjecaj temperature na fotosintetsku učinkovitost soje u fazi cvatnje  
| The influence of temperature on soybean photosynthetic efficiency at flowering stage
- 134 **Dragica STOJILJKOVIĆ, Gordana ŠEKULARAC, Milica RAJIĆ**  
| The rainfall and temperature regime in agro-climatic areas of Bačka

## Section 2 | Agricultural Economics and Rural Sociology

- 141 **Danijel RUKAVINA, Josip TUTAVAC, Ingrid BAUMAN, Siniša SREČEC**  
| Upravljanje sigurnošću i kvalitetom hrane u poljoprivredno-prehrambenom proizvodnom lancu – stanje u Hrvatskoj  
| Food safety and quality management in agro-food production chain – situation in Croatia
- 150 **Ante ANDABAK, Ornella MIKUŠ, Ramona FRANIĆ**  
| Pregled i ocjena sektora proizvodnje šećerne repe i šećera RH u razdoblju od 2001. do 2011. godine  
| Review and evaluation of the sugar beet and sugar production sector in Croatia in the period 2001 - 2011
- 155 **Ana CRNČAN, Ljubica RANOGAJEC, Jadranka DEŽE**  
| Analiza financijskih izvješća u funkciji donošenja poslovnih odluka  
| Analysis of financial reports for the decision making process
- 160 **Jadranka DEŽE, Ljubica RANOGAJEC, Pero MIJIĆ, Denis MEHIĆ**  
| Značenje modela točke pokrića u proizvodnji mlijeka  
| Applying Break-Even Analysis in milk production

## Contents

- 165 **Ivan GREGIĆ, Ivan ŠTEFANIĆ**  
| ARKOD – integrirani pristup  
| ARKOD - Integrated approach
- 170 **Josip GUGIĆ, Marija CERJAK, Kristina BATELJA LODETA, Smiljana GORETA BAN**  
| Segmentacija potrošača lubenice na splitskom tržištu  
| Segmentation of watermelon consumers in the Split market
- 175 **Anita Silvana ILAK PERŠURIĆ, Aleksej ČERVAR**  
| Stavovi posjetilaca o izložbi vina “Vinistra”  
| Visitors opinions about the wine fair “Vinistra”
- 179 **Anita Silvana ILAK PERŠURIĆ, Linda JURAKOVIĆ, Romina SINOSICH**  
| Usporedna analiza hrvatskog i istarskog ruralnog turizma  
| Comparative analysis of Croatian and Istria rural tourism
- 183 **Anita Silvana ILAK PERŠURIĆ, Romina SINOSICH**  
| Stavovi potrošača vina o vinskim podrumima i vinskim cestama  
| Consumer opininions about wine cellars and wine routes
- 188 **Mateja JEŽ ROGELJ, Ante ANDABAK, Željka MESIĆ**  
| Utjecaj prilagodbe zakonodavstva na promjene u sektoru vinogradarstva i vinarstva Hrvatske  
| Effect of legislation adjustment on changes in legislation in Croatia's viticulture and wine producing sector
- 193 **Agnese KRIEVIŃA, Tamás MIZIK**  
| Situation and opportunities of dairy sector in Hungary and Latvia
- 198 **Jelena KRISTIĆ, Tihana SUDARIĆ, Ružica LONČARIĆ**  
| Zemlja podrijetla vina kao determinirajući čimbenik pri odlučivanju o kupnji  
| Country of origin as a determinant of wine purchasing decision
- 202 **Ružica LONČARIĆ, Krunoslav ZMAIĆ, Tihana SUDARIĆ**  
| Kompostiranje kao hortikulturna mogućnost povećanja ekonomske uspješnosti mješovitih farmi  
| Composting: possibility to increase economic efficiency on mixed farms
- 207 **Filippo MAZZARIOL, Brunella SANTI, Ivan ŠTEFANIĆ, Ana NIKŠIĆ**  
| Greening business through Enterprise Europe Network (EEN) - Case of food production sector  
| Unapređivanje zaštite okoliša u poslovanju kroz Europsku poduzetničku mrežu – primjer sektora prehrambene tehnologije
- 212 **Aleksandar NEDANOV, Ramona FRANIĆ, Josip GUGIĆ**  
| Analiza zadružnog zakonodavstva Republike Hrvatske  
| Analysis of Croatian cooperative legislation
- 217 **Milan OPLANIĆ, Barbara SLADONJA, Marin KRAPAC**  
| Ekonomska obilježja maslinarske proizvodnje u podregiji Istra-Primorje  
| Economical characteristics of olive production in Istria-Littoral sub-region
- 222 **Karmen PAŽEK, Črtomir ROZMAN, Aleš IRGOLIČ, Jernej TURK**  
| Multicriteria decision model for evaluating less-favoured areas for agricultural production  
| Višekriterijski model za procjenu LFA područja za poljoprivrednu proizvodnju
- 227 **Tihana SUDARIĆ, Krunoslav ZMAIĆ, Ilija NEDIĆ**  
| Konceptijski okvir razvoja ruralnog turizma u istočnoj Hrvatskoj  
| The conceptual framework for rural tourism development In Eastern Croatia
- 231 **Marina TOMIĆ, Marija CERJAK, Lari HADELAN**  
| E-poslovanje u hrvatskom agrobiznisu  
| E-business in Croatian agribusiness
- 235 **Vlade ZARIĆ, Zorica VASILJEVIĆ, Danijela PETKOVIĆ, Branislav RAKETIĆ**  
| Stavovi i očekivanja proizvođača s Pešteri o proizvodnji i plasmanu mlijeka i mliječnih proizvoda  
| Attitudes and expectations of the Pester manufacturers on production and marketing of milk and milk products
- 239 **Magdalena ZRAKIĆ, Ivo GRGIĆ, Gordana ŽUPANAC, Josip GUGIĆ**  
| Značajke agroturističke potražnje u odabranim županijama Hrvatske  
| The characteristics of agritourism demand in selected Croatian counties
- 244 **Đurđica ŽUTINIĆ, Nataša BOKAN**  
| Susjedstvo u ruralnim zajednicama  
| Neighborhood in rural communities
- 249 **Zsolt POLERECZKI, Orsolya SZIGETI, Viktória SZENTE, Tibor BAREITH, György KÖVÉR, Zoltán SZAKÁLY**  
| Market orientation among food processing SMEs in Hungary
- 254 **Armands VEVERIS**  
| Impact of area payments on land use and income of agricultural farms: Latvian case

Section 3 | **Genetics, Plant Breeding and Seed Production**

- 261 **Zaure AYTASHEVA, Auez MASHKEYEV, Saendygul BAISEYITOVA**  
| To the ongoing "shaping" of domestic legume and pumpkin germplasms
- 265 **Miodrag DIMITRIJEVIĆ, Sofija PETROVIĆ, Borislav BANJAC**  
| Seleksijski kriteriji oplemenjivanja pšenice u uvjetima abiotskog stresa tla  
| Selection criteria in wheat breeding for abiotic stress tolerance on alkaline soil
- 270 **Shukri FETAHU, Sali ALIU, Imer RUSINOVCI, Besa KELMENDI, Hajrulla CAKA, Nevzad MALIQI**  
| Diversity of seeds size and weight of common beans landraces (*Phaseolus vulgaris* L.) in Kosovo
- 275 **Milomir FILIPOVIĆ, Jelena SRDIĆ, Milena SIMIĆ, Živorad VIDENOVIĆ, Čedomir RADENOVIĆ, Zoran DUMANOVIĆ, Života JOVANOVIĆ**  
| Grain yields of early maturity dent and flint ZP maize hybrids
- 280 **Josip HARAMIJA, Nada PARADIKOVIĆ, Zdravko MATOTAN, Vlado GUBERAC, Tomislav VINKOVIĆ, Dijana HORVAT**  
| Učinak sklopa, pinciranja i vegetacijske sezone na svojstva sjemenjače blitve  
| Effect of plant density, decapitation and vegetation season on swiss chard seed properties
- 284 **Radosav JEVDJOVIĆ, Vladimir FILIPOVIĆ, Jasmina MARKOVIĆ**  
| Utvrđivanje pokazatelja kvalitete sjemena heljde u ovisnosti o veličini frakcija i temperaturnom režimu  
| Defining quality indicators of buckwheat seeds depending on the fraction size and the temperature regime
- 289 **Alojzije LALIĆ, Ivan ABIČIĆ, Josip KOVAČEVIĆ, Gordana ŠIMIĆ, Georg DREZNER, Dario NOVOSELOVIĆ, Krešimir DVOJKOVIĆ, Vlado GUBERAC**  
| Procjena sorti ozimog ječma u uvjetima proizvodnje Republike Hrvatske  
| Assessment of winter barley varieties under production conditions of the Republic of Croatia
- 294 **Milivoje MILOVANOVIĆ, Vladimir PERIŠIĆ, Mirjana STALETIĆ, Drago CVIJANOVIĆ, Vera DJEKIĆ**  
| Recent results of triticale breeding in Kragujevac
- 299 **Dario NOVOSELOVIĆ, Ruđer ŠIMEK, Sonja MARIĆ, Georg DREZNER**  
| Očekivana dobit od selekcije na svojstva kvalitete pšenice  
| Expected selection response for wheat quality traits
- 304 **Jovan PAVLOV, Nenad DELIĆ, Gordana ŠURLAN-MOMIROVIĆ, Gordana BRANKOVIĆ, Nikola GRČIĆ, Sofija BOŽINOVIĆ, Vesna KANDIĆ**  
| Relationship between grain yield, yield components and morphological traits in maize (*Zea mays* L.)
- 308 **Sali ALIU, Imer RUSINOVCI, Shukri FETAHU, Fadil MILLAKU, Salih SALIHU, Bekim GASHI, Fetah ELEZI**  
| The variation of agro-physiological parameters of local maize (*Zea mays* L.) populations growing in Kosova
- 313 **Sofija PETROVIĆ, Miodrag DIMITRIJEVIĆ, Nataša LJUBIČIĆ, Borislav BANJAC**  
| Dialelna analiza kvantitativnih svojstava u križanjima pšenice  
| Diallel analysis of quantitative traits in wheat crosses
- 318 **Mirjana STALETIĆ, Vera ĐEKIĆ, Miloje MILOVANOVIĆ, Vesna STEVANOVIĆ, Drago MILOŠEVIĆ**  
| Efficiency of oat *Pc* resistance genes to prevalent pathotypes of *Puccinia coronata avenae*
- 322 **Mirjana STALETIĆ, Miloje MILOVANOVIĆ, Vera ĐEKIĆ, Đorđe GLAMOČLIJA, Vesna STEVANOVIĆ**  
| Qualitative inheritance of resistance of oats to *Puccinia coronata avenae*
- 327 **Milan STEVANOVIĆ, Snežana MLADENOVIĆ DRINIĆ, Goran STANKOVIĆ, Vesna KANDIĆ, Zoran ČAMDŽIJA, Nikola GRČIĆ, Miloš CREVAR**  
| Analyses of variance and correlation among yield and yield components of maize hybrids and their parental inbred lines
- 331 **Vladeta STEVOVIĆ, Dalibor TOMIĆ, Dragan ĐUROVIĆ, Nikola BOKAN, Rade STANISAVLJEVIĆ**  
| Effect of boron on seed yield and yield components of red clover (*Trifolium pratense* L.) cultivars grown under dense planting conditions
- 335 **Rezica SUDAR, Ivan BRKIĆ, Zorica JURKOVIĆ, Tatjana LEDENČAN, Vlatka JURKOVIĆ, Domagoj ŠIMIĆ**  
| Fatty acids composition of oil from OS corn hybrids  
| Sastav masnih kiselina ulja OS hibrida kukuruza
- 340 **Aleksandra SUDARIĆ, Marija VRATARIĆ, Maja MATOŠA, Tomislav DUVNJAK, Mirna VOLENIK**  
| Genetski napredak u kakvoći zrna OS-linija soje  
| Genetic improvement in grain quality of soybean OS-lines
- 344 **Anar TOKUBAYEVA, Kulziya SHULEMBAYEVA**  
| Genetic analysis of leaf rust tolerance in lines originating from wheat hexaploids and tetraploids

## Contents

- 347 **Marijana TUČAK, Svetislav POPOVIĆ, Tihomir ČUPIĆ**  
| Prinos i kvaliteta biomase sorti i populacija lucerne (*Medicago sativa* L.)  
| Biomass yield and quality of alfalfa cultivars and populations
- 352 **Giancarla VELICEVICI, Radu SUMĂLAN, Emilian MADOSA, Adriana CIULCA, Nicoleta BITEA, Cristina CORADINI**  
| Study regarding influence of osmotic stress upon chlorophyll content at some barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes

### Section 4 | Vegetable Growing, Ornamental, Aromatic and Medicinal Plants

- 359 **Csilla JÁSZBERÉNYI, Dániel VARGA, Éva NÉMETH, Zsolt ERŐS-HONTI**  
| Histological differences between the leaves of spring and winter ecotypes of poppy (*Papaver somniferum*) varieties
- 363 **Ferenc OROSZ, Katalin SLEZÁK**  
| Effect of direct cover on sweet corn morphology
- 368 **Martina BAVEC, Dejan JAKOP, Silva GROBELNIK MLAKAR, Franc BAVEC**  
| Effect of nitrogen fertilization on yields and nitrogen agronomic efficiency of onion
- 373 **Boško LJUBENKOV, Božidar BENKO, Josip BOROŠIĆ, Nina TOTH, Branko ĐURINIĆ**  
| Distribucija ugljičnog dioksida u hidroponskom uzgoju rajčice  
| Carbon dioxide distribution in the soilless culture of tomatoes
- 378 **Kazimir KORACA, Ana GOLEMAC, Božidar BENKO, Josip BOROŠIĆ, Marko PETEK, Sanja FABEK, Sanja STUBLJAR**  
| Prinos paprike pri variranju koncentracije kalijevih soli u hranjivoj otopini  
| Pepper yield as affected by potassium salts concentration in the nutrient solution
- 383 **Viorel BERAR, Gheorghe POȘTA**  
| Effect of zeolites use on the yield components of greenhouse cultivated tomato
- 388 **Dijana BLAŽEKOVIĆ - DIMOVSKA, Marija SRBINOSKA, Vesna RAFAJLOVSKA**  
| Sadržaj eteričnog ulja u biljci *Satureja hortensis* L. podrijetlom iz Pelistersko - pelagonijske regije  
| The content of essential oil in *Satureja hortensis* plants originating from Pelisterian - pelagonian region
- 392 **Josip ČOTA, Jelica GVOZDANOVIĆ-VARGA, Mustafa ĐELILOVIĆ, Mirjana VASIĆ, Janko ČERVENSKI, Jelena ČOTA**  
| Characteristics of a new onion line
- 396 **Nadica DOBRIČEVIĆ, Sandra VOĆA, Jana ŠIC ŽLABUR, Božidar BENKO, Stjepan PLIESTIĆ, Ante GALIĆ**  
| Količina vitamina C u dva stadija zrelosti ploda paprike  
| Amount of vitamin C in two maturity stages of pepper fruit
- 400 **Sanja FABEK, Nina TOTH, Božidar BENKO, Sanja STUBLJAR, Nadica DOBRIČEVIĆ, Mirjana HERAK ČUSTIĆ**  
| Utjecaj gnojidbe dušikom na hranidbenu vrijednost brokule  
| Effect of nitrogen fertilization on the broccoli nutritional value
- 405 **Maria GONCEARIUC, Zinaida BALMUȘ, Elvira GILLE, Alexandru SPAC, Pantelimon BOTNARENCO**  
| The variability of the essential oil content and composition of *Ocimum basilicum* genotypes in relation to some quantitative characters
- 410 **Smiljana GORETA BAN, Katja ŽANIĆ, Gvozden DUMIČIĆ, Emilija RASPUDIĆ, Dean BAN, Branimir URLIĆ**  
| Utjecaj podloge na rast i prinos krastavca uzgojenog u tlu zaraženom nematodama korijenovih guka  
| The effect of rootstock on growth and yield of cucumber grown in soil infested with root-knot nematodes
- 414 **Zoran S. ILIĆ, Lidija MILENKOVIĆ, Ljubomir ŠUNIĆ, Ljiljana STANOJEVIĆ Marija BODROŽA-SOLAROV, Dušan MARINKOVIĆ**  
| Tomato fruits quality as affected by light intensity using color shade nets
- 419 **Lidija MILENKOVIĆ, Zoran S. ILIĆ, Ljubomir ŠUNIĆ, Radmila TRAJKOVIĆ, Nikolaos KAPOULAS, Mihal ĐUROVKA**  
| Reducing of tomato physiological disorders by photoselective shade nets
- 424 **Emina MLADENOVIĆ, Janoš BERENJI, Vladislav OGNJANOV, Mirjana LJUBOJEVIĆ, Jelena ČUKANOVIĆ, Ivana BLAGOJEVIĆ, Ana GAČIĆ**  
| Morphological characterization of *Cucurbita* species germplasm and its use in horticulture

## Contents

- 429 Ivana TOŠIĆ, Žarko ILIN, Ivana MAKSIMOVIĆ, Darinka BOGDANOVIĆ, Mile DARDIĆ  
| Utjecaj malčiranja i izravnog prekrivanja na sadržaj nekih hranjivih elemenata u salati  
| The effect of mulching and direct covering on content of some nutrient elements in lettuce
- 432 Nina TOTH, Sanja FABEK, Božidar BENKO, Petar ŠEGON, Ivanka ŽUTIĆ, Sanja STUBLJAR  
| Utjecaj sorte i hranjive otopine na prinos salate u plutajućem hidroponu  
| Effect of cultivar and nutrient solution on lettuce yield in floating hydropon
- 437 Cristina ZEPA (Coradini), Valeriu TABĂRĂ, Irina PETRESCU, Giancarla VELICEVICI, Renato CORADINI, Roxana ZEPA (Bejan)  
| The efficiency of some insecticides in controlling the pests of marigold (*Calendula officinalis*) crop
- 441 Josip BOROŠIĆ, Božidar BENKO, Sanja FABEK, Sanja STUBLJAR, Nina TOTH  
| Hidroponski uzgoj krastavca u ljetno-jesenskom roku  
| The soilless culture of cucumber in summer-autumn growing period

### Book 2

#### Section 5 | Field Crop Production

- 449 Marcela ANDREATA-KOREN, Lucija VRABEC, Nada DADAČEK, Marija VUKOBRATOVIĆ, Želimir VUKOBRATOVIĆ  
| Utjecaj vrste i količine gnojiva na prirodnu populaciju simbiotskih fiksatora dušika i prinos soje  
| Influence of type and fertilizer amounts on nature population of nitrogen fixing bacteria and soybean yield
- 454 Zvezdana AUGUSTINOVIĆ, Milan POSPIŠIL, Jasminka BUTORAC, Marcela ANDREATA-KOREN, Marijana IVANEK-MARTINČIĆ, Nikolina ŠUMBERA  
| Utjecaj gustoće sjetve i gnojidbe dušikom na neka morfološka svojstva industrijske konoplje  
| The influence of plant density and nitrogen fertilization on some morphological traits of industrial hemp
- 459 Simona-Clara BARSAN, Ancuta-Maria PUSCAS, Emil LUCA, Georgia Mihaela SIMA  
| Research regarding the quality of bioethanol obtained from the sugarbeet cultivated in an experimental field from Transylvania region
- 464 Jasminka BUTORAC, Zvezdana AUGUSTINOVIĆ, Ružica ŠURINA, Milan POSPIŠIL  
| Utjecaj stupnja zrelosti na prinos i udio vlakna predivog lana  
| The influence of stages of maturity on fiber flax yield and share of fiber
- 469 Miroslav ČAVLEK, Kristina GRŠIĆ  
| Sadržaj specifičnih duhanskih nitrozamina u berlejskom duhanu u Hrvatskoj s obzirom na položaj listova na stabljici  
| The content of tobacco specific nitrosamines in burley tobacco in Croatia according to the leaf stalk position
- 474 Snežana MLADENOVIĆ DRINIĆ, Mirjana SREBRIĆ, Vesna PERIĆ, Milan STEVANOVIĆ, Zoran ČAMDŽIJA, Vesna DRAGIČEVIĆ, Dragan KOVAČEVIĆ  
| Effect of nitrogen on soybean grain quality traits
- 478 Vera ĐEKIĆ, Milivoje MILOVANOVIĆ, Mirjana STALETIĆ, Vesna STEVANOVIĆ, Jelena MILIVOJEVIĆ  
| Utjecaj godine na neka agronomska svojstva šest kultivara ozime pšenice uzgajanih na kiselom tlu  
| Influence of growing season on some agronomic characteristics of six winter wheat cultivars grown in acidic soil
- 483 Kristina GRŠIĆ, Miroslav ČAVLEK, Marijan ZAHANEK, Josip ZDELIČAN, Mato DEVČIĆ, Mirko BOIĆ, Ankica BUDIMIR  
| Ostaci maleinskog hidrazida u virdžinijskom duhanu obzirom na količinu primijenjenog sredstva i položaj lista na stabljici  
| Maleic hydrazide residues in flue-cured tobacco affected by application rates and stalk position
- 488 Miodrag JELIĆ, Jelena MILIVOJEVIĆ, Aleksandar PAUNOVIĆ, Milan BIBERDŽIĆ, Olivera NIKOLIĆ, Milomirka MADIĆ, Vera ĐEKIĆ  
| Response of wheat genotypes to liming and fertilization on pseudogley soil
- 492 Márton JOLÁNKAI, Csaba GYURICZA, Ákos TARNAWA, Barnabás PÓSA, Márta BIRKÁS  
| A drought assessment survey of Hungarian soils

## Contents

- 497 Dušan KOVAČEVIĆ, Snežana OLJAČA, Željko DOLIJANOVIĆ, Života JOVANOVIĆ, Irena JUG, Danijel JUG, Bojan STIPESEVIĆ, Vesna MILIĆ  
| The effect of ameliorative tillage on some important soil physical properties and grain yield of sunflower, maize and winter wheat  
| Utjecaj meliorativne obrade na važnija fizikalna svojstva tla i urod suncokreta, kukuruza i ozime pšenice
- 502 Andrija KRISTEK, Suzana KRISTEK, Manda ANTUNOVIĆ, Ivana VARGA, Zdenko BESEK, Javor KATUŠIĆ, Renata GLAVAŠ-TOKIĆ  
| Utjecaj veličine vegetacijskog prostora u proizvodnji na elemente prinosa šećerne repe  
| Influence of additional space on elements of yield in sugar beet production
- 507 Suzana KRISTEK, Andrija KRISTEK, Dražen HORVAT, Dragana KOCEVSKI, Stjepan GALOVIĆ, Martin EVAČIĆ, Željka GREGER  
| Utjecaj biopreparata na intenzitet infekcije *R. solani* i prinos šećerne repe  
| Influence of biopreparation on intensity of infection by *R. solani* and sugar beet yield
- 512 Milomirka MADIĆ, Dragan ĐUROVIĆ, Aleksandar PAUNOVIĆ, Miodrag JELIĆ, Desimir KNEŽEVIĆ, Snežana TANASKOVIĆ  
| Međuzavisnost prinosa zrna i komponenti prinosa kod jarog ječma (*Hordeum vulgare* L.)  
| Correlation between grain yield and yield components in spring barley (*Hordeum vulgare* L.)
- 517 Tamer MARAKOĞLU, Kazim ÇARMAN, Fikret DEMIR  
| Wheat production using direct seeding and conventional tillage in Middle Anatolia
- 522 Aleksandar PAUNOVIĆ, Vlado KOVAČEVIĆ, Desimir KNEŽEVIĆ, Miodrag JELIĆ, Milomirka MADIĆ, Mirta RASTIJA, Dario ILJKIĆ, Jasmina KNEŽEVIĆ  
| Maize yield variations in Northern Serbian and Eastern Croatian regions
- 526 Hrvoje PLAVŠIĆ, Luka ANDRIĆ, Branimir ŠIMIĆ, Goran KRIZMANIĆ, Ivica BERAKOVIĆ  
| Rezultati novijih OS hibrida kukuruza u makropokusima 2011. godine  
| Results of some newer Os maize hybrid in macro trials in year 2011
- 530 Dobrivoj POŠTIĆ, Nebojša MOMIROVIĆ, Zoran BROČIĆ, Željko DOLIJANOVIĆ, Zoran JOVOVIĆ  
| Utjecaj mase sjemenskog gomolja na prinos različitih sorti krumpira u uvjetima zapadne Srbije  
| The influence of the seed tuber mass on the yield of different potato varieties in the conditions of western Serbia
- 535 Jasna SAVIĆ, Miroslav NIKOLIĆ  
| Screening for boron toxicity tolerance of oilseed rape genotypes
- 539 Jasna SAVIĆ, Dejan DODIG, Vesna KANDIĆ, Đorđe GLAMOČLIJA, Steve QUARRIE  
| Bread wheat traits related to yield under post-anthesis stress
- 543 Aleksandra STANOJKOVIĆ, Dragutin ĐUKIĆ, Leka MANDIĆ, Radmila PIVIĆ, Aleksandar STANOJKOVIĆ  
| Mineral and bacterial fertilization effects on chemical composition and yield of wheat
- 548 Vesna STEVANOVIĆ, Dušanka INĐIĆ, Mirjana STALETIĆ, Vera ĐEKIĆ, Jelena MILIVOJEVIĆ  
| Utjecaj fungicida za tretiranje sjemena na klijavost i urod pšenice  
| Influence of fungicides for seed treatment on germination and wheat yields
- 553 Vesna STEVANOVIĆ, Dušanka INĐIĆ, Mirjana STALETIĆ, Vera ĐEKIĆ, Vladimir PERIŠIĆ  
| Utjecaj fungicida za tretiranje sjemena na energiju klijanja i klijavost strnih žitarica  
| Influence of fungicides for seed treatment on germination energy and germination of small grains seed
- 558 Saša ŠTRAUS, Martina BAVEC, Franc BAVEC  
| Oil pumpkin yield in different production systems
- 561 Rezica SUDAR, Stela JOKIĆ, Darko VELIĆ, Mate BILIĆ, Aleksandra SUDARIĆ, Snježana KELEKOVIĆ, Sanja ZEC ZRINUŠIĆ  
| Determination of isoflavones in soybean meal after supercritical carbon dioxide extraction  
| Određivanje sadržaja izoflavona u sojinoj sačmi zaostaloj nakon ekstrakcije ulja iz zrna soje superkričnim CO<sub>2</sub>
- 565 Marina VRANIĆ, Ana POSPIŠIL, Krešimir BOŠNJAK, Goran PERČULIJA, Hrvoje KUTNJAK, Josip LETO, Damir SOKOLOVIĆ  
| The potential of NIR spectroscopy for crude protein prediction in spelt (*Triticum spelta* L.)  
| Potencijal NIR spektroskopije za procjenu sadržaja sirovih proteina pira (*Triticum spelta* L.)

## Section 6 | Fisheries, Game Management and Beekeeping

- 573 **Mara ANTOLOVIĆ, Valter KOŽUL, Nenad ANTOLOVIĆ, Jakša BOLOTIN, Nikša GLAVIĆ**  
Inducirani mrijest male kapice (*Chlamys varia* Linnaeus, 1758)  
Stimulated spawning of scallop *Chlamys varia*
- 577 **Dražen DEGMEČIĆ, Ivica BUDOR, Siniša OZIMEC, Ivica BOŠKOVIĆ, Tihomir FLORIJANČIĆ**  
Analiza populacije srne obične (*Capreolus capreolus*, L.): evaluacijski postupci za utvrđivanje plodnosti kod ženki  
Analyses of roe deer (*Capreolus capreolus*, L.) population: evaluation procedures for determination of female fertility
- 582 **Janja FILIPI, Joso BRAJKOVIĆ, Marica Maja DRAŽIĆ, Dragan BUBALO, Nikola KEZIĆ**  
Fizikalno-kemijske i melisopalinološke odlike meda s područja Gacke  
Physico-chemical and melissopalynological characteristics of honey in Gacka region
- 586 **Ana GAVRILOVIĆ, Jurica JUG-DUJAKOVIĆ, Alexis CONIDES, Josip MIKUŠ, Ana LJUBIČIĆ**  
Praćenje i usporedba različitih metoda izračunavanja indeksa kondicije kod kućice *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758) s ušća rijeke Neretve  
The study of the condition index of baby clam *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758) from the Neretva River estuary and comparison of different methods of its calculation
- 591 **Ana GAVRILOVIĆ, Jurica JUG-DUJAKOVIĆ, Kruno BONAČIĆ, Irena VARDIĆ SMRZLIĆ, Damir KAPETANOVIĆ, Damir VALIĆ, Emin TESKEREDŽIĆ**  
Učinkovitost različitih protubakterijskih lijekova kod vibrioze lubina prouzročene bakterijom *Vibrio alginolyticus*  
Effectiveness of different antibacterial drugs on sea bass vibriosis caused by *Vibrio alginolyticus*
- 595 **Jurica JUG-DUJAKOVIĆ, Ana GAVRILOVIĆ, Manuela OREPIĆ, Alexis CONIDES, Joško BOBANOVIĆ**  
Iskoristivost hrane u kaveznom uzgoju lubina *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758)  
Feed conversion efficiency in the cage culture of Mediterranean sea bass, *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758)
- 600 **Daniel MATULIĆ, Tomislav VIDOVIĆ, Ivica ANIČIĆ, Tomislav TREER, Roman SAFNER, Tea TOMLJANOVIĆ, Marina PIRIA, Nikica ŠPREM**  
Lov hobotnice (*Octopus vulgaris*, Cuvier, 1797) rukom na zapadnoj obali otoka Murtera  
Hand fishing for octopus (*Octopus vulgaris*, Cuvier, 1797) along the western coast of the Murter Island
- 605 **Goran MIRJANIĆ, Siniša MITRIĆ**  
Utjecaj pesticida na medonosnu pčelu  
Pesticide effect on the honey bee
- 610 **Goran MIRJANIĆ, Mića MLADENOVIĆ**  
Različita ishrana pčela i njen utjecaj na prinos meda  
Different bee nutrition and its impact on honey yield
- 614 **Albert OFNER, Marijan GRUBEŠIĆ, Krešimir KRAPINEC**  
Kraniometrijske značajke srnjaka (*Capreolus capreolus* L.) na području Karlovačke županije  
Cranio-metric characteristics of roe deer (*Capreolus capreolus* L.) in the area of Karlovac County
- 619 **Krunoslav PINTUR, Relja BECK, Ivan BABIĆ, Nina POPOVIĆ, Tihomir FLORIJANČIĆ, Krešimir KRAPINEC, Ivica BOŠKOVIĆ**  
Krpeljivost srneće divljači na području Gorskog kotara  
Tick infestation in roe deer from Gorski kotar area, Croatia
- 624 **Vedran SLIJEPEVIĆ, Dario JUKIĆ, Krunoslav PINTUR, Dario MAJNARIĆ, Miroslava JAUŠ, Damir PROKOPOVIĆ, Davorin ANDRIJAŠEVIĆ**  
Predacija nad divljim parnoprstima u lovištu "Smrekova draga" u razdoblju od 2008. do 2010. godine  
Wild ungulate predation in „Smrekova draga“ hunting ground between 2008 and 2010
- 629 **Edita ŠTEFANIĆ, Dinko ZIMA, Sanda RAŠIĆ, Višnja RADOVIĆ**  
Botaničko porijeklo meda Požeške kotline  
Botanical origin of honey Pozega Valley
- 634 **Tea TOMLJANOVIĆ, Nera FABIJANIĆ, Tomislav TREER, Daniel MATULIĆ, Marina PIRIA, Nikica ŠPREM, Ivica ANIČIĆ, Roman SAFNER**  
Utjecaj invazivne vrste riba babuške (*Carassius gibelio*) na sastav ihtiocenoze u Republici Hrvatskoj  
Influence of invasive fish species Prussian carp (*Carassius gibelio*) on Croatian ichthyocenose
- 637 **Darko UHER, Dubravko MACĀEŠIĆ, Roman SAFNER, Nikica ŠPREM, Saša PRĐUN, Nikola BANOŽIĆ**  
Utjecaj roka košnje na prinos i kakvoću ozimog graška u smjesi sa žitaricama za potrebe prehrane divljači u lovištu III/29 Prolom  
The effect of harvest date on forage production and quality of winter pea in mixture with cereals as food for game in hunting III/29 Prolom



Section 7 | **Animal Husbandry**

- 645 **Zvonko ANTUNOVIĆ, Tomislav KLAPEC, Suzana ĆAVAR, Marcela ŠPERANDA, Valentina PAVIĆ, Josip NOVOSELEC, Željka KLIR**  
 | Status selenia u koza iz ekološkog uzgoja  
 | Selenium status of goats in organic breeding
- 650 **Zvonko ANTUNOVIĆ, Đuro SENČIĆ, Goran TOMAŠIĆ, Josip NOVOSELEC, Željka KLIR**  
 | Tovna i klaonička svojstva janjadi cigaja pasmine  
 | Fattening and slaughtering traits of Tsigai lambs
- 654 **Željka BAJTO, Ivan ŠTEFANIĆ, Ana NIKŠIĆ, Vedran BERTIĆ**  
 | Total quality management u sustavnom suzbijanju trihineloze na području Vukovarsko-srijemske županije  
 | Total quality management in a systematic suppression of trichinosis in the Vukovar-Syrmia county
- 659 **Mato ČAČIĆ, Vlatka ČUBRIĆ ČURIK, Stjepan ŠIMUNDŽA, Ino ČURIK**  
 | Perspektiva uzgoja lipicanaca u Hrvatskoj: genetska raznolikost  
 | Perspective of Lipizzan horses breeding in Croatia: genetic diversity
- 664 **Vera ĐEKIĆ, Sreten MITROVIĆ, Vera RADOVIĆ, Vladan ĐERMANOVIĆ, Tatjana PANDUREVIĆ**  
 | Mogućnost primjene tritikalea u hranidbi brojlerskih pilića  
 | Applicability of triticale in the diet of broiler chickens
- 669 **Vladan DJERMANOVIC, Sreten MITROVIC, Natasa DJORDJEVIC**  
 | Exterior characteristics of the horse breed population of „Posavac“ bred in the region of Eastern Serbia
- 674 **Valentino DRŽAIĆ, Boro MIOČ, Marina KRVAVICA, Zvonimir PRPIĆ, Ivan VNUČEC**  
 | Utjecaj kastracije ovnova na klaoničke pokazatelje i kakvoću trupa  
 | Influence of ram castration on carcass traits and quality
- 679 **Lejla DURAKOVIĆ, Mirna MRKONJIĆ-FUKA, Andrea SKELIN, Senadin DURAKOVIĆ, Sulejman REDŽEPOVIĆ**  
 | Incidence of aflatoxin M<sub>1</sub> in milk used for the production of Istrian cheese  
 | Prisutnost aflatoksina M<sub>1</sub> u mlijeku za proizvodnju Istarskog sira
- 684 **Dragan GLAMOČIĆ, Miroslava POLOVINSKI HORVATOVIĆ, Dejan BEUKOVIĆ, Mirko IVKOVIĆ, Siniša BJEDOV**  
 | Enzyme supplementation of a broiler diets containing different level of sunflower meal
- 688 **Ante IVANKOVIĆ, Jelena RAMLJAK, Šandor HORVAT**  
 | Odlike vanjštine tovarnih konja mediteranske Hrvatske  
 | Exterior characteristics of the pack horse in Mediterranean Croatia
- 693 **Ana KAIĆ, Boro MIOČ, Ante KASAP, Vesna PAVIĆ, Zdravko BARAĆ**  
 | Boja, pH i kemijski sastav *m. longissimus dorsi* janjadi ličke pramenke  
 | Colour, pH and chemical composition of *m. longissimus dorsi* of Lička pramenka lambs
- 697 **Dubravka KAIĆ, Andrea SKELIN, Mirna MRKONJIĆ FUKA, Samir KALIT, Milna KALIT TUDOR, Sulejman REDŽEPOVIĆ**  
 | Prirodna mikrobna populacija u Siru iz mišine  
 | Natural microbiota of Cheese in a sack
- 701 **Ante KASAP, Vesna PAVIĆ, Ivan VNUČEC, Ana KAIĆ, Dubravko ŠKORPUT, Boro MIOČ**  
 | Procjena mase klaonički obrađenog trupa mjerenjem tjelesne razvijenosti janjadi  
 | Estimate of carcass weight by measuring some body dimensional traits on lambs
- 705 **Veronika KMECL**  
 | An optimized method for the simultaneous determination of vitamins A and E in animal feeding stuff by high performance liquid chromatography
- 710 **Ivica KOS, Romano BOŽAC, Ivan ŠIRIĆ, Boro MIOČ, Marko HAJENIĆ**  
 | Utjecaj spola na sastav masnih kiselina dalmatinskog pršuta  
 | Effect of gender on fatty acid composition of Dalmatian ham
- 714 **Ivica KOS, Romano BOŽAC, Ivan ŠIRIĆ, Boro MIOČ, Jurica MESARIĆ**  
 | Utjecaj spola na klaoničke pokazatelje i fizikalna svojstva buta  
 | Effect of gender on carcass traits and physical properties of raw ham
- 718 **Dejan MARENČIĆ, Ante IVANKOVIĆ, Vinko PINTIĆ, Nikolina KELAVA, Tomislav JAKOPOVIĆ**  
 | Effect of slaughter age on meat quality of Simmental bulls and heifers  
 | Utjecaj klaoničke dobi na kakvoću mesa muške i ženske simentalске junadi
- 722 **Goran PERČULIJA, Marina VRANIĆ, Josip LETO, Hrvoje KUTNJAK, Krešimir BOŠNJAK, Mateja ČAGALJ, Andreja BREZOVEČKI**  
 | Linearno ocjenjivanje bikova Charolais pasmine  
 | Linear scoring of Charolais bulls

## Contents

- 727 Zvonimir PRPIĆ, Boro MIOČ, Ivan VNUČEC, Josip VRDOLJAK, Vesna PAVIĆ  
| Morfologija vimena i mliječnost paške ovce  
| Udder morphology and milk yield of Pag sheep
- 732 Rodica SOBOLU, Dana PUSTA, Ioana POP  
| Comparative statistical studies of blood indices in cows exposed to solar radiation
- 737 Zvonimir STEINER, Željka ŠOKČEVIĆ, Đuro SENČIĆ, Danijela SAMAC, Ivana KLARIĆ, Natalija STEINER, Ivan KRIŽEK  
| Primjena ksantofila u tovu brojlera  
| Impact of xanthophylls in broiler fattening
- 741 Marcos Milani TRUCCOLO  
| Swine supplementation with zinc and copper: A review about Organic minerals as a solution for environmental contamination
- 745 Ivan VNUČEC, Boro MIOČ, Zvonimir PRPIĆ, Zdravko BARAĆ, Vesna PAVIĆ  
| Kemijski sastav i boja *m. longissimus dorsi* janjadi rapske ovce  
| Chemical composition and colour of *m. longissimus dorsi* of Rab sheep lambs

## Section 8 | Viticulture and Enology

- 751 Zoran S. BEŠLIĆ, Slavica R. TODIĆ, Saša MATIJAŠEVIĆ, Zorica VASIĆ RANKOVIĆ  
| Changes of stem water potential of grapevine cv. Frankovka (*Vitis vinifera* L.) in different crop load models
- 756 Violeta DIMOVSKA, Klime BELESKI, Violeta IVANOVA, Krum BOSKOV, Fidanka ILIEVA  
| Agro-biological and technological characteristics of four Cabernet Franc (*Vitis vinifera* L.) clones grown in Republic of Macedonia
- 761 Zeki KARA, Fadime ATEŞ, Ali SABIR  
| Some quality parameters investigated in Sultani Çekirdeksiz (*Vitis vinifera* L.) clones during ripening period
- 766 Vlado LIČINA, Ivana TRAJKOVIĆ, Nebojša MARKOVIĆ, Zoran ATANACKOVIĆ  
| Physico-chemical properties of sandy deposols and their convenience for grapevine growing
- 770 Saša MATIJAŠEVIĆ, Dragoljub ŽUNIĆ, Slavica TODIĆ, Zoran BEŠLIĆ, Zorica RANKOVIĆ - VASIĆ, Bratislav ĆIRKOVIĆ, Vera VUKOSAVLJEVIĆ  
| Resistance of table grape varieties with different ripening times to low winter temperatures
- 774 Josip MESIĆ, Brankica SVITLICA, Stanko ZRINŠČAK  
| Utjecaj prorjeđivanje grozdova na prinos i kakvoću grožđa kultivara Muškat žuti (*Vitis vinifera* L.)  
| The influence of cluster thinning on yield and quality of grape varieties Muscat (*Vitis vinifera* L.)
- 778 Branislava SIVČEV, Zorica RANKOVIĆ-VASIĆ, Dragan NIKOLIĆ, Dragoslav IVANIŠEVIĆ, Ivana RADOJEVIĆ, Zoran ATANACKOVIĆ, Nada KORAĆ  
| Clonal research of black wine grape cultivars in different Serbian localities
- 783 Mirjana RUMI, Ana VUKOVIĆ, Mirjam VUJADINOVIĆ, Vladimir DJURDJEVIĆ, Zorica RANKOVIĆ-VASIĆ, Zoran ATANACKOVIĆ  
| Classification of Serbian winegrowing regions based on climate-viticulture indices
- 787 Brankica SVITLICA, Josip MESIĆ, Ana GAŠPAROVIĆ, Danijel KLEMENIĆ  
| Intenzitet zaraze s *Botrytis cinerea* Pers. ex Fr. kod kultivara Graševina na podlogama Kober 5 BB i SO4 u Vinogorju Kutjevo  
| Intensity of infection with *Botrytis cinerea* Pers. ex Fr. on variety Graševina on rootstock Kober 5 BB and SO4 in Vineyard Kutjevo
- 791 Slavica TODIĆ, Zoran BEŠLIĆ, Sasa MATIJAŠEVIĆ, Zorica RANKOVIĆ-VASIĆ, Ivan KULJANČIĆ  
| Hormonal regulation of growth, fruit set and yield of grapevine cultivar Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.)
- 796 Vesna WEINGERL, Stanko VRŠIĆ, Borut PULKO, Janez VALDHUBER  
| Quercetin content and total antioxidant potential of red wines

Section 9 | **Pomology**

- 803 **Ivica ŠNAJDER, Boris DURALIJA**  
 Pomološka svojstva plodova kupine (*Rubus spp.*) sorti Dirksen Thornless i Thornfree u ekološkim uvjetima Požeške kotline  
 Pomological characteristics of fruits of blackberry (*Rubus spp.*) varieties Dirksen Thornless and Thornfree in ecological conditions Pozega Valley
- 807 **Milutin MISIMOVIĆ, Dragana VUKOJEVIĆ, Nada ZAVIŠIĆ, Jasmina SIMIĆ, Miloš VIDIĆ**  
 Utjecaj mikrobiološkog gnojiva Slavol na sprečavanje opadanja plodova jabuke pred berbu  
 Influence of microbiological fertilizer Slavol on premature apple fruit drop
- 812 **Dragan RADIVOJEVIĆ, Jasminka MILIVOJEVIĆ, Zoran DJOGIĆ, Dejan ĐUROVIĆ, Boban DJORDJEVIĆ**  
 The influence of early cropping on productivity and fruit quality of apple cv. `Golden Delicious Reinders`
- 817 **Marija VILJEVAC, Hrvoje LEPEDUŠ, Krunoslav DUGALIĆ, Ines MIHALJEVIĆ, Boris PUŠKAR, Domagoj ŠIMIĆ, Rezica SUDAR, Zorica JURKOVIĆ**  
 Maximum quantum yield of photosystem II and chlorophyll content in leaves of sour cherry cultivars challenged by drought  
 Maksimalni kvantni prinos fotosustava II i sadržaj klorofila u listovima kultivara višnje izloženih suši
- 821 **Denis STAJNKO, Vanja ŠVAGAN**  
 Improvement of apple yield forecast accuracy with additional sampling  
 Mogućnost poboljšanja točnosti prognoze uroda jabuka analizom slike pomoću dodatnog uzorkivanja
- 826 **Jana ŠIĆ ŽLABUR, Sandra VOĆA, Nadica DOBRIČEVIĆ, Stjepan PLIESTIĆ, Ante GALIĆ, Jasmina MARTINEC**  
 Odabir sortimenta šljive za sušenje  
 Selection of varieties of plums for drying
- 830 **Janja KRISTL, Stanislav TOJNKO, Tatjana UNUK**  
 The effect of the ripening stage on the total phenolics content in selected plum cultivars
- 835 **Ante GALIĆ, Stjepan PLIESTIĆ, Nadica DOBRIČEVIĆ, Sandra VOĆA, Jana ŠIĆ ŽLABUR, Jasmina MARTINEC**  
 Konvektivno sušenje ploda smokve (*Ficus carica* L.) sorte Zamorčica u elementarnom (tankom) sloju  
 Convective drying of fig fruits (*Ficus carica* L.) cultivar Zamorčica in thin layer
- 839 **Maja ERGOVIĆ RAVANČIĆ, Valentina OBRADOVIĆ, Svjetlana ŠKRABAL**  
 Change of plum puree rheological parameters during storage in the freezer  
 Promjena reoloških parametara kaše šljive tijekom skladištenja u zamrzivaču

...





## Proceedings

Plenary presentations

47  
Hrvatski

7  
Međunarodni  
Sympozij  
Agronoma

## Zbornik radova

Plenarna izlaganja



# Hrvatska poljoprivreda i Zajednička agrarna politika – okvir ekonomskih promjena i ocjena učinka po proizvodnima sektorima

Emil ERJAVEC<sup>1</sup>, Miroslav REDNAK<sup>2</sup>, Tina VOLK<sup>2</sup>, Miroslav BOŽIĆ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište u Ljubljani, Biotehnički fakultet, Groblje 3, 1230 Domžale, Slovenija  
(e-mail: emil.erjavec@bf.uni-lj.si)

<sup>2</sup>Poljoprivredni institut Slovenije, Haquetova 25, 1000 Ljubljana, Slovenija

<sup>3</sup>Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnoga razvoja, Ulica grada Vukovara 78, 10000 Zagreb, Hrvatska

## Sažetak

Cilj istraživanja je izrada ocjene promjena koje pristup i uvođenje ZAP-a donosi za hrvatsku poljoprivredu detaljno po pojedinim sektorima proizvodnje. Scenarijska ocjena je urađena uz pomoć statičko determinističkog modela, koji simulira promjene koje donose razlike u cijenama i proračunu. U usporedbi s baznom godinom ukupni proračun za poljoprivredu u prvoj godini poslije pristupa bit će veći za oko 40% a u godini poslije isteka prijelaznog razdoblja bit će veći za skoro 70%. Procjenjuje se da će agregatne cijene u poljoprivredi po pristupu pasti za oko 4%. Po optimističkom scenariju može se očekivati blagi porast prihoda (za oko 1%), a po pesimističkom osjetan pad (za oko 13%). U ratarstvu se očekuje, da će prihodi i poslije ulaska ostati na polaznoj razini. Za stočarstvo svi scenariji ukazuju na pad prihoda. Najveći pad prihoda očekuje se kod svinja i mlijeka.

Ključne riječi: poljoprivreda, Hrvatska, Europska unija, prihodi, proizvodni sektori, statički deterministički model

## Croatian agriculture and Common Agricultural Policy – the framework of economic changes and the estimated effect by production sectors

### Abstract

The purpose of the research is to assess the impact of introducing the Common Agricultural Policy on Croatian agriculture and on individual production sectors. The scenario analysis is made using a static deterministic model which simulates the changes brought about by the differences in prices and budgetary transfers. Compared to the base year, the total agricultural budget is estimated to increase by around 40% in the first year after the accession and by almost 70% in the fourth year after the expiry of the transitional period. The aggregate prices in agriculture are expected to drop by around 4% after the accession. According to the optimistic scenario, the revenues are expected to slightly increase (by around 1%), and by a pessimistic scenario, revenues could drop substantially (by around 13%). The incomes in crop production are expected to remain at the same level also after the accession. Revenues in livestock production are expected to drop according to all scenarios. The largest drop in revenues is expected in pig and milk production.

Key words: agriculture, Croatia, European Union accession, revenues, production sectors, Economic Accounts for Agriculture

## Uvod

Usljed razlika u proizvodnim potencijalima, strukturi poljoprivrede, cijenama, pa i obujmu i načinu provođenja mjera na području poljoprivredne politike, uključivanje u EU je izazov za svaku zemlju. Do trenutka pristupa potrebno je pripremiti zemlju na administrativno složenu, a u mjerama kompleksnu Zajedničku agrarnu politiku (ZAP). Poslije pristupa slijedi preuzimanje protekcionističkog modela podrške koji je po obujmu sredstava i u sadržaju mjera u pravilu drugačiji u odnosu na dosadašnje politike (Volk, 2004, Erjavec, 2007). U tom smislu, implementacija EU modela poljoprivredne politike je poseban izazov i za Hrvatsku, kao sljedeću novu članicu EU.

Zbog stalnih promjena, ZAP je za sve zemlje kandidate pokretna meta. To pogotovo važi za buduća proširenja, iako su dosadašnje reforme pokazivale određenu stabilnost u promjenama (Tracy, 1997, Garzon, 2006, Swinnen, 2008). Ciljevi agrarne politike se od početka formalno nisu promijenili, a prioritetno se odnose na osiguranje dohotka ruralnom stanovništvu, stabiliziranje tržišta i podizanje produktivnosti i konkurentnosti proizvodnje hrane. Prva značajna reforma je ona iz 1992. godine koja je provedena pod pritiskom međunarodnih trgovinskih dogovora (danas WTO) i koja je, uz sniženje razine cijena, uvela izravna plaćanja po hektaru površine i grlu stoke i dala poseban značaj politici ruralnog razvoja (Tracy, 1997). Proširenje EU, novi zahtjevi članica WTO, pa i definiranje nove uloge poljoprivrede u društvu, uvjetovali su nove reforme započete 2003. godine i završene 2008. godine (Swinnen, 2008). Suština tih novih reformi je dalja tržišna deregulacija, uvođenje načela da se izravna plaćanja proizvođačima ne vežu za određenu proizvodnju i jačanje politike ruralnog razvoja.

Glavni koncept politike ostaje, pogotovo sistem implementacije mjera, a promjene koje se događaju uvijek nose elemente prethodne politike (Garzon, 2006.). Tako se glavni obrisi budućih mjera mogu u određenoj mjeri predvidjeti (Moyer i Josling, 2002).

Reforma politike i podrška prestrukturiranju poljoprivrede može pojačati integracijske procese u poljoprivredi (Erjavec, 2004, 2007). Cilj uspješnog prilagođavanja je, da se smanje negativni, a pojačaju pozitivni učinci EU integracija. U pravilu, u svakoj zemlji znatan dio mjera nije kompatibilan sa ZAP-om, pa bi njihovo zadržavanje do samog pristupa davalo pogrešne signale korisnicima. Potrebno je naglasiti da preuzimanje EU mjera može podržavati prestrukturiranje sektora i njegovo prilagođavanje. Zato je racionalno i korisno da se politika postepeno prilagođava načelima i zahtjevima ZAP-a. To nije moguće bez reforme politike i jačanja proračunske podrške poljoprivredi.

Proces reformi i prilagođavanja poslije pristupa je moguće poduprijeti i procjenama potencijalnih ekonomskih promjena u poljoprivredi. Različitim tipovima modela (statički-deterministički modeli, modeli parcijalnoga ili općeg ravnovjesja, programski modeli), agrarni ekonomisti radili su ocjene promjena u cijenama, proračunu, ponudi, potražnji, vanjskoj trgovini, prihodima, dohotku poljoprivrede, strukturi gospodarstava i drugih za agrarnu politiku zanimljivih promjena. Povijest integracijskih procesa je puna takvih radova (Erjavec i sur., 1998, Banse, 2000, Moench, 2000, Erjavec i sur., 2006), koji su manje-više uspješno ocijenili promjene poslije pristupa. Za Hrvatsku nije moguće naći radova koji bi integralno i akademski objektivno i neutralno simulirali moguće stanje u poljoprivredi poslije pristupa.

Cilj ovog rada je zbog toga prikazati prvu, relativno grubu ocjenu promjena koje pristup i uvođenje ZAP-a donosi za hrvatsku poljoprivredu. U radu su prezentirani glavni rezultati studije rađene za Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja Republike Hrvatske (Erjavec i sur. 2011). Zbog razmjerno kratkih termina za izradu studije, moguće je bilo izgraditi samo statički deterministički model, koji simulira promjene koje donose razlike u cijenama i proračunu. Statički je, jer ne donosi promjene u obujmu proizvodnje, a deterministički jer su elementi promjena definirani van modela na temelju analize cijena u sličnima situacijama drugih zemalja koje su pristupile EU i na osnovi već određenog (putem limita buduće potpore po stupovima ZAP-a iz nedavno okončanih hrvatskih pregovora s EU) ili planiranog proračuna Hrvatske poslije pristupa. Analiziraju se promjene u prihodima na osnovi fiksnog obujma proizvodnje u različitim godinama prije i poslije pristupa. Koncept modela omogućuje detaljnu analizu poljoprivrednih sektora, što je i izvedeno. Sličan pristup je bio upotrijebljen i kod studija, koje su na području poljoprivrede napravljene prigodom udruživanja Njemačke, pristupa Austrije i Finske god. 1995. kao i pristupa Slovenije i nekih drugih zemalja prigodom zadnjih proširenja EU.



## Materijal i metode

Procjena razine cijena poljoprivrednih proizvoda u Hrvatskoj u odnosu na članice EU izrađena je na bazi statističkih podataka o prosječnim proizvođačkim cijenama izabranih proizvoda. Izvor podataka za Hrvatsku je Državni zavod za statistiku (DZS RH, 2011) pri čemu su cijene preračunate iz nacionalne valute u EUR po prosječnom godišnjem tečaju Hrvatske narodne banke (DZS RH, 2010d). Cijene za članice EU su uzete iz baze podataka Statističkog ureda Europskih zajednica (EUROSTAT, 2011). Analiza obuhvaća razdoblje 2000.-2009. za 38 pojedinih poljoprivrednih proizvoda koji su grupirani u tri osnovne skupine: a) *ratarske kulture* (pšenica, ječam, zob, kukuruz, uljana repica, suncokret, soja, šećerna repa, duhan, krumpir); b) *svježe povrće* (cvjetača, rajčica, kupus, salata, krastavac, lubenica, paprika, mrkva, crveni luk, grašak, grah), *voće* (jabuke, kruške, breskve, višnje, šljive, mandarine), *vino* (grožđe, kvalitetno vino, stolno vino) i *maslinovo ulje*; kao i c) *stoka i stočarski proizvodi* (junad za klanje, svinje za klanje, tovljeni pilići, janjad, sirovo kravlje mlijeko, kokošja jaja, med).

Podaci o cijenama za EU mogu se naći samo na razini pojedine zemlje članice. Zbog toga je prosječna cijena za EU izračunana samo kod proizvoda za koje postoje relevantni podaci za cjelokupno razdoblje 2000.-2009. za najmanje 6 zemalja (približno četvrtina broja svih članica). Prosječna cijena za EU je u tom slučaju izračunana kao aritmetička sredina cijena svih članica s potpunim podacima. Na osnovu detaljne analize visine i promjena cijena u Hrvatskoj i EU koja je ukazala na veliku nestabilnost cijena, kod većine izabranih poljoprivrednih proizvoda za procjenu reprezentativne razine cijena uzet je prosjek cijena 2007.-2009. godine.

Reprezentativne cijene izabranih poljoprivrednih proizvoda za Hrvatsku predstavljaju *bazni scenarij* cijena. Taj scenarij služi i kao osnova za procjenu promjena cijena po ulasku Hrvatske u EU. Kod procjene mogućih promjena cijena polazilo se od generalne pretpostavke da će po pristupu u Hrvatskoj doći do usklađivanja razine cijena s cijenama u EU. To znači da se kod proizvoda gdje su sada cijene u Hrvatskoj u odnosu na EU relativno visoke može očekivati pad tih cijena i obrnuto. Budući da su u pravilu cijene u novim članicama u prosjeku niže nego u starim članicama, kao osnovni kriterij za Hrvatsku uzeta je razina cijena u novim članicama EU (naročito susjednim). Kod velike većine proizvoda je raspon cijena među pojedinim zemljama vrlo širok što ukazuje da se cijene u EU formiraju na osnovu brojnih čimbenika među kojima pored kvaliteta proizvoda značajnu ulogu igraju i obujam proizvodnje i razvijenost tržišta. Ti čimbenici su zbog toga predstavljali dodatni kriterij i kod procjene mogućih promjena cijena u Hrvatskoj.

Procjena promjena cijena (a i prihoda) je rađena u tri scenarija koji polaze od različitih općih pretpostavki:

- *Realni scenarij - sR* (najvjerojatniji) pretpostavlja da će se cijene u Hrvatskoj većinom formirati unutar raspona cijena novih članica EU i da kod najznačajnijih proizvoda neće doći do većih promjena stanja na tržištu;
- *Pesimistički scenarij - sP* pretpostavlja da će se zbog pritiska otvorenog tržišta kod većine proizvoda cijene u Hrvatskoj formirati blizu cijena najkonkurentnijih članica EU (velikih proizvođača i izvoznika); to je teoretski donja vjerojatna razina mogućih promjena;
- *Optimistički scenarij - sO* pretpostavlja da će Hrvatska uspjeti iskoristiti nove mogućnosti koje nudi veliko zajedničko tržište (lakši izvoz) i ujedno zadržati značajan dio domaćeg tržišta; ta razina predstavlja vjerojatnu teoretsku gornju razinu potencijalnih promjena.

Raspon mogućih promjena cijena se određivao za svaki proizvod pojedinačno u ovisnosti o njegovim specifičnostima. Konačne procjene za sva tri scenarija rezultat su usklađivanja procjena u više krugova sa stručnjacima Ministarstva poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja (MPRRR).

Za procjenu utjecaja proračunskih plaćanja na prihode, mjere poljoprivredne politike klasificirane su glede njihovog izravnog ili posrednog utjecaja na prihod poljoprivrednika. U tom kontekstu formirano je pet većih skupina:

1. *proizvodno vezana izravna plaćanja I. stupa* (u detaljnijoj analizi dalje grupirana u plaćanja po jedinici proizvoda, plaćanja po ha ili grlu; proizvodno vezana plaćanja u prijelaznom razdoblju);
2. *proizvodno nevezana plaćanja I. stupa* (u detaljnijoj analizi dalje grupirana u vezana na površinu (SPS) i plaćanja na osnovu povijesnih prava);
3. *kompensacijska plaćanja II. stupa za proizvodnju u posebnim uvjetima* (dohodovna plaćanja II. stupa 2. osi: plaćanja za područja sa težim uvjetima za poljoprivredu (LFA u terminologiji EU, odnosno TUG područja u terminologiji hrvatskih propisa) i agro-okolišna plaćanja);

4. plaćanja II. stupa za podizanje konkurentnosti (investicijske potpore 1. osi)
5. proračun za druge mjere poljoprivredne politike iz II. stupa (ne-dohodovna plaćanja 2. osi; mjere 3. osi, LEADER, tehnička pomoć).

Podatci o proračunu pripremljeni su za 2009. godinu (bazna godina), za godinu pristupa (P=2013. godina), za prvu godinu po pristupu (P+1=2014. godina) i za četvrtu godinu po pristupu (P+4=2017. godina), to jest prvu godinu nakon što u cijelosti istekne razdoblje za koje je Hrvatska dogovorila neka odstupanja od pravila ZAP-a (zadržavanje državne pomoći/'state aids' za pojedine proizvode što se u cijelosti financira iz nacionalnog proračuna) (tablica 1).

Tablica 1. Osnovni podatci proračuna po grupama mjera i po izvorima za baznu godinu i godine po pristupu (mio EUR)

	2009			P			P+1			P+4		
	Ukupno	HR	EU	Ukupno	HR	EU	Ukupno	HR	EU	Ukupno	HR	EU
Ukupno I stup	387,4	387,4	0,0	378,3	283,7	94,6	378,7	204,4	174,3	379,8	189,9	189,9
1. Proizvodno vezana	176,4	176,4	0,0	50,7	43,4	7,3	50,7	37,2	13,5	27,5	13,8	13,8
Po kg, ha, grlu	176,4	176,4	0,0	27,5	20,2	7,3	27,5	14,0	13,5	27,5	13,8	13,8
Prelazna plaćanja	0,0	0,0	0,0	23,2	23,2	0,0	23,2	23,2	0,0	0,0	0,0	0,0
2. Proizvod. nevezana	211,0	211,0	0,0	327,6	240,3	87,2	328,0	167,2	160,8	352,3	176,1	176,1
SPS	211,0	211,0	0,0	261,1	191,5	69,5	261,5	133,3	128,2	285,8	142,9	142,9
Povijesna	0,0	0,0	0,0	66,5	48,8	17,7	66,5	33,9	32,6	66,5	33,3	33,3
Ukupno II stup	110,5	102,0	8,5	140,1	85,1	55,0	316,7	73,8	242,9	465,0	108,6	356,4
4. Os1	80,2	71,7	8,5	39,9	10,0	30,0	129,0	32,2	96,7	180,9	45,2	135,7
Os2	15,8	15,8	0,0	71,2	68,0	3,2	94,4	18,9	75,5	134,7	26,9	107,8
3.1.LFA	12,3	12,3	0,0	36,6	35,4	1,2	45,4	9,1	36,3	45,4	9,1	36,3
3.2. Agro-okolišna	3,5	3,5	0,0	33,5	31,5	2,0	43,7	8,7	35,0	65,4	13,1	52,3
5.1. Os 2 drugo	0,0	0,0	0,0	1,1	1,1	0,0	5,3	1,1	4,2	23,9	4,8	19,1
5.2. Os 3	0,0	0,0	0,0	27,6	6,9	20,7	81,0	20,2	60,7	130,7	32,7	98,0
II stup drugo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	1,0	3,9	10,7	2,1	8,6
5.3.Leader	14,5	14,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5.4.Tehnička pomoć	0,0	0,0	0,0	1,4	0,3	1,1	7,6	1,5	6,1	8,0	1,6	6,4
Prijenos u I. stup	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	75,9	15,2	60,7	0,0	0,0	0,0
Ukupno sve	497,9	489,4	8,5	518,4	368,9	149,5	695,4	278,2	417,2	844,8	298,5	546,3

Izvor: MPRRR

Za procjenu na razini poljoprivrede kao cjeline izvorni, agregatni podaci, kako su prikazani u gornjoj tabeli zadovoljavaju. Za procjenu utjecaja proračunskih potpora na prihode po proizvodima, bila je potrebna daljnja razrada. Na pojedine proizvode raspoređena su samo plaćanja I. stupa. Proizvodno vezana plaćanja, kao i povijesna prava, raspoređuju se izravno na proizvod na kojeg se odnose. Proizvodno nevezana plaćanja se u baznoj godini raspoređuju na osnovu podataka Agencije za plaćanja u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju (APPRRR) i Hrvatske poljoprivredne agencije (HPA) o isplati po proizvodima, a po pristupu ukupna masa tih sredstava raspoređuje se po određenom ključu. Da bi dobili realniju sliku za stočarstvo, izravna plaćanja za netržišnu biljnu proizvodnju korištenu za stočnu hranu na gospodarstvu u zadnjoj fazi prenijeta na stočarstvo (više Erjavec i sur. 2011).

Model za ocjenu promjena prihoda po pristupu Hrvatske u EU je *statički deterministički model*. To znači da je u modelu pretpostavljena nepromjenljiva (fiksirana) tehnologija, struktura i obujam proizvodnje i da su sve promjene u prihodima isključivo posljedica promjena u cijenama i visini izravnih plaćanja. Model se temelji na ekonomskim računima za poljoprivredu (ERP) za Hrvatsku (DZS RH, 2010c). Kao bazna uzeta je 2009. godina. Prihod u modelu je definiran kao vrijednost proizvodnje po proizvođačkim cijenama uvećan za vrijednost izravnih plaćanja.

Promjene u cijenama po različitim scenarijima ulaze u model kao indeks cijena na razini pojedinačnog proizvoda. Kao ulazni podatak se u modelu uzima i vrijednost izravnih plaćanja za pojedinačni proizvod. Prihod za različite scenarije i razdoblja izračuna se po slijedećem postupku:

$$P_{ijn} = PB_i * IC_{ij} + B_{in} ; \quad i \quad PP_{jn} = \sum P_{ijn}$$

pri čemu pojedine oznake imaju sljedeća značenja:

P = prihod; PP = prihod poljoprivrede (agregat) (u EUR)

PB = vrijednost proizvodnje po proizvođačkim cijenama u baznoj godini (u EUR)

IC = procjena indeksa cijena

B = procijenjena masa izravnih plaćanja (u EUR)

i = vrsta proizvoda (pšenica, kukuruz, ...)

j = vrsta scenarija za cijene (sR-realistički, sP-pesimistički, sO-optimistički)

n = razdoblje procjene (B-bazna godina, P-pristup, P+1-prva godina po pristupu, P+4-godina poslije prelaznog perioda)

Scenariji cijena nisu vremenski određeni (ne mijenjaju se po razdobljima). Po razdobljima se mijenja jedino visina izravnih plaćanja. Matrica završnih rezultata je znači kombinacija scenarija cijena i različite visine izravnih plaćanja u određenim godinama po ulasku Hrvatske u EU (više Erjavec in sur. 2011).

## Rezultati i rasprava

Agregatni indeks cijena, kao rezultat procjena promjena na razini važnijih kultura pokazuje, da će cijene poljoprivrednih proizvoda u Hrvatskoj poslije ulaska u EU najvjerojatnije pasti (slika 1). Po pesimističkom scenariju (sP) cijene bi mogle pasti za oko 15%, a po optimističkom scenariju (sO) mogle bi i porasti za 2%. Najrealnije je očekivati (sR) pad cijena na agregatnoj razini za oko 4%.

Procjene pokazuju, da se može očekivati jači pad u stočarstvu, a manji u biljnoj proizvodnji. Cijene prije ulaska su relativno (u odnosu na cijene u zemljama EU) visoke kod svih stočarskih proizvoda a pogotovo u svinjogojstvu. U biljnoj proizvodnji manje se promjene očekuju kod ratarskih kultura a veće kod trajnih kultura i u povrtlarstvu. Kod povrtlarstva, voća, vina i maslinovog ulja projekcija cijena je vrlo neizvjesna. Može doći do velikog pada ali i do velikog porasta cijena.

Projekcije ukupnog proračuna za poljoprivredu ukazuju na jaki porast tih sredstava poslije ulaska u EU (slika 2). U usporedbi s baznom godinom ukupni proračun za poljoprivredu u prvoj godini poslije pristupa (P+1) bit će veći za približno 40% a u godini poslije isteka prijelaznog razdoblja (P+4) bit će veći za skoro 70%. Nacionalni izvori financiranja mjera poljoprivredne politike će se smanjivati a rasti financiranje iz EU fondova.

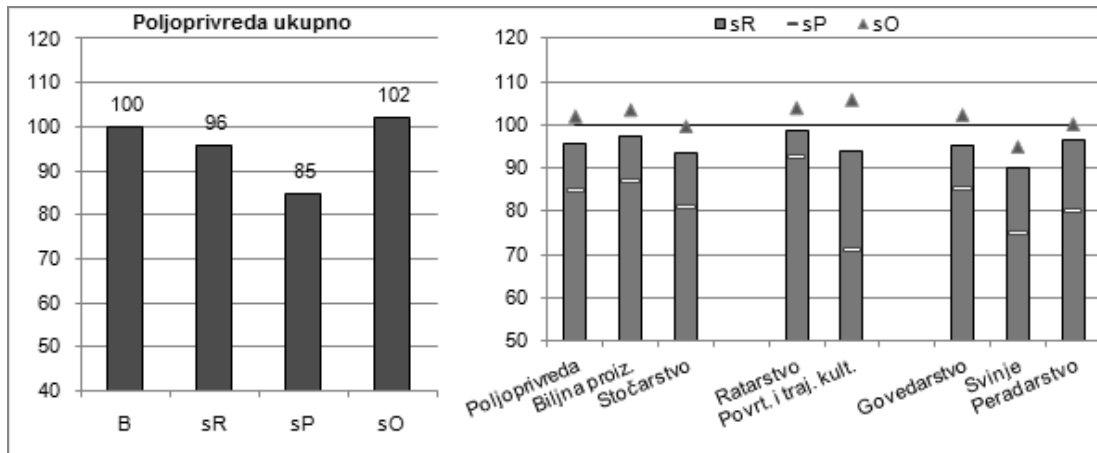
Hrvatska ima već prije ulaska razmjerno visoka izravna plaćanja (veća od većine zemalja članica), tako da u toj skupini mjera neće doći do povećanja. U odnosu na baznu 2009. godinu očekuje se umjereni pad od približno 5% nakon ulaska. Međutim, velik porast proračuna se očekuje za mjere ruralnog razvoja.

Iako se očekuje veliko povećanje ukupnog proračuna za poljoprivredu, izravni učinak proračunskih plaćanja na prihod proizvođača biti će relativno mali. Izravna plaćanja se na agregatnoj razini neće povećati. Povećanje prihoda uslijed većih proračunskih plaćanja mogu očekivati proizvođači u specifičnim područjima (LFA/TUG) i proizvođači sa specifičnim proizvodnim tehnologijama (agro-okolišne mjere).

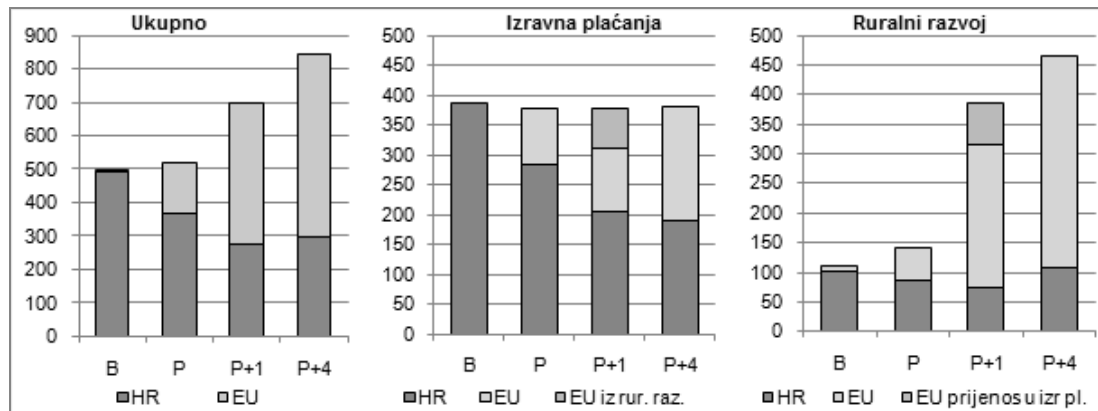
Velik dio ukupnog proračuna za poljoprivredu po inicijalnom je planu određen za jačanje konkurentnosti poljoprivrede (Os 1). Ta plaćanja nemaju izravni utjecaj na tekuće prihode ali preko veće konkurentnosti proizvođača utječu na veći prihod na dugi rok. U teoriji su to na dugi rok najučinkovitije mjere, ali samo, ako stvarno vode u veću produktivnost i učinkovitost proizvodnje. Dio mjera 2 osi i većina mjera 3 osi nema izravnog utjecaja na prihod proizvođača.

Prihvaćanjem ZAP-a i ulaskom u EU mijenja se i oblik izravnih plaćanja (slika 3). Sve manje je mjera koje su izravno vezana na pojedinu proizvodnju (plaćanja po jedinici proizvodnje ili po hektaru ili glavi specifične proizvodnje). Većina proizvodno vezanih plaćanja se ukida, ostaje jedino dio plaćanja za krave dojilje, za ovce i koze.

Veći dio proizvodno vezanih plaćanja se pretvara u povijesna prava (mlijeko po kg, duhan po kg, dio plaćanja za goveda, za ovce i koze). U prijelaznom razdoblju ostaje dio proizvodno vezanih plaćanja za duhan, šećernu repu, mlijeko i maslinovo ulje. Povećava se obujam proizvodno nevezanih plaćanja (SPS) i to prije svega zbog većih površina uključenih u sistem tih plaćanja (pogotovo se povećava površina livada i pašnjaka zbog sadašnjih ograničenja za ova plaćanja koja se uvjetuju držanjem stoke).



Slika 1. Agregatni indeksi cijena po pristupu (bazno razdoblje = 100)



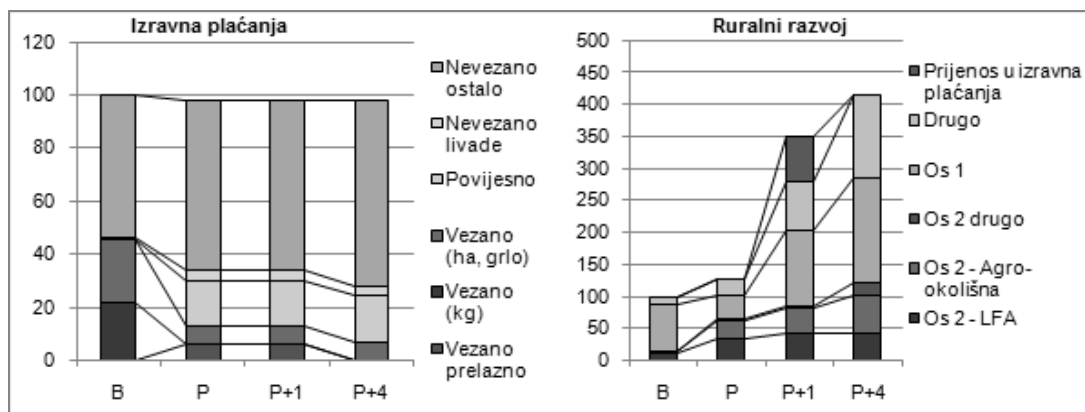
Slika 2. Ukupni proračun za poljoprivredu po stupovima i izvorima financiranja; prije i poslije pristupa (mil. EUR)

Iako se očekuje veliko povećanje ukupnog proračuna za poljoprivredu, izravni učinak proračunskih plaćanja na prihod proizvođača biti će relativno mali. Izravna plaćanja se na agregatnoj razini neće povećati. Povećanje prihoda uslijed većih proračunskih plaćanja mogu očekivati proizvođači u specifičnim područjima (LFA/TUG) i proizvođači sa specifičnim proizvodnim tehnologijama (agro-okolišne mjere).

Velik dio ukupnog proračuna za poljoprivredu po inicijalnom je planu određen za jačanje konkurentnosti poljoprivrede (Os 1). Ta plaćanja nemaju izravni utjecaj na tekuće prihode ali preko veće konkurentnosti proizvođača utječu na veći prihod na dugi rok. U teoriji su to na dugi rok najučinkovitije mjere, ali samo, ako stvarno vode u veću produktivnost i učinkovitost proizvodnje. Dio mjera 2 osi i većina mjera 3 osi nema izravnog utjecaja na prihod proizvođača.

Prihvatanjem ZAP-a i ulaskom u EU mijenja se i oblik izravnih plaćanja (slika 3). Sve manje je mjera koje su izravno vezana na pojedinu proizvodnju (plaćanja po jedinici proizvodnje ili po hektaru ili glavi specifične proizvodnje). Većina proizvodno vezanih plaćanja se ukida, ostaje jedino dio plaćanja za krave dojlje, za ovce i koze.

Veći dio proizvodno vezanih plaćanja se pretvara u povijesna prava (mlijeko po kg, duhan po kg, dio plaćanja za goveda, za ovce i koze). U prijelaznom razdoblju ostaje dio proizvodno vezanih plaćanja za duhan, šećernu repu, mlijeko i maslinovo ulje. Povećava se obujam proizvodno nevezanih plaćanja (SPS) i to prije svega zbog većih površina uključenih u sistem tih plaćanja (pogotovo se povećava površina livada i pašnjaka zbog sadašnjih ograničenja za ova plaćanja koja se uvjetuju držanjem stoke).



Slika 3. Proračun za izravna plaćanja i ruralni razvoj po vrstama plaćanja; prije i poslije pristupa (indeks; bazno razdoblje=100)

Promjene u sistemu izravnih plaćanja donose i redistribuciju plaćanja po pojedinim proizvodima. Obujam izravnih plaćanja će se smanjiti kod proizvoda kod kojih se ukidaju proizvodno vezana plaćanja a koja se istovremeno ne pretvaraju (ili ne u cjelini), u povijesna prava. Zbog tog učinka smanjit će se plaćanja kod svinja, mlijeka, tova goveda, ovaca i koza, a poslije prijelaznog razdoblja i kod duhana, šećerne repe i maslinovog ulja. Napuštanje proizvodno vezanih plaćanja kod duhana, šećerne repe, maslinovog ulja, zatim u stočarstvu kod svinja i mlijeka (plaćanja za mliječne krave), djelomično će tijekom prijelaznog razdoblja kompenzirati tzv. prijelazna plaćanja (tzv. državna pomoć), financirana isključivo iz sredstava nacionalnog proračuna (više Erjavec i sur., 2011).

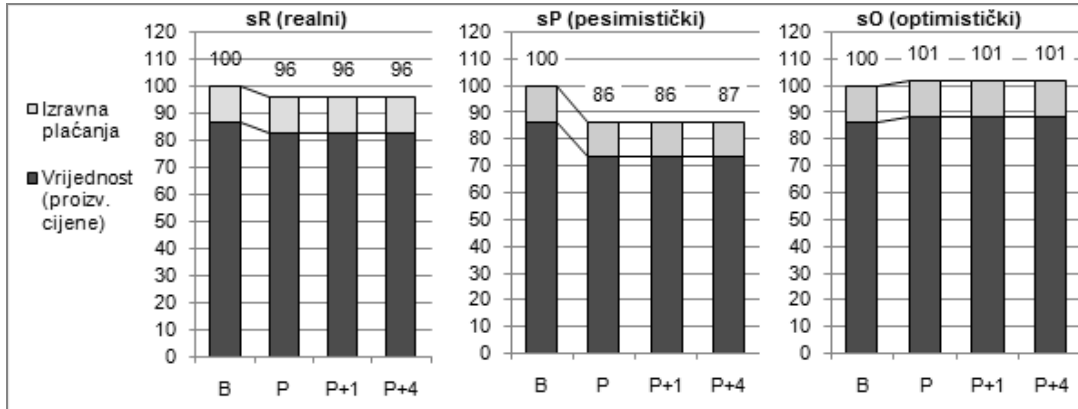
Kod nekih proizvoda redistribucija će se odraziti u povećanju plaćanja. Proizvodno nevezano plaćanje po hektaru se poslije pristupa izjednačava za sve kulture (osim livada i pašnjaka), a povećava se i obujam površina koje ulaze u sustav izravnih plaćanja. Do povećanja će doći kod kultura koje u baznom razdoblju nisu bile uključene u sistem izravnih plaćanja ili su bile uključene u manjem dijelu (manje površine) ili sa manjim jediničnim iznosima. Povećanje se može očekivati prije svega u sektoru povrtlarstva i voćarstva a i kod nekih ratarskih kultura. Zbog bitno većih površina jako će se povećati udio plaćanja za livade i pašnjake u ukupnim plaćanjima.

Kakav će biti učinak promjena visine izravnih plaćanja na promjene prihoda u pojedinim sektorima poljoprivrede ne zavisu samo od relativne promjene visine plaćanja nego i od toga, u kolikom djelu izravna plaćanja u baznom razdoblju participiraju u prihodu. Relativni udio izravnih plaćanja u prihodu je po sektorima različit. Najmanji je u peradarstvu, manje od 2% (praktički samo dio prenesenih plaćanja preko stočne hrane). U tom sektoru dakle promjene u visini izravnih plaćanja nemaju praktički nikakvog učinka na visinu prihoda. Tu sve ovisi o cijenama. Drugačije je u svinjogojstvu, ratarstvu i pogotovo govedarstvu. Tu promjene u izravnim plaćanjima značajnije utječu na visinu prihoda, uzimajući u obzir njihovu razmjerno visoku razinu u baznom razdoblju.

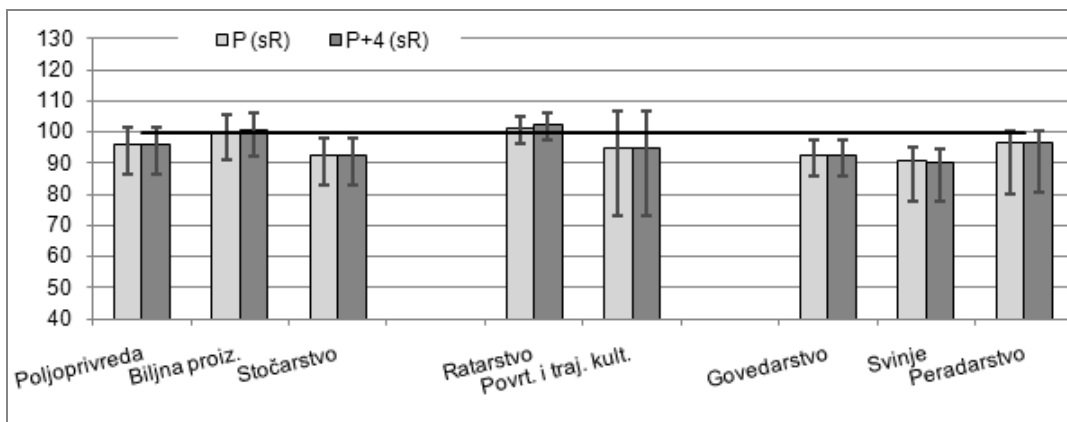
Na agregatu poljoprivrede izravna plaćanja u baznom razdoblju predstavljaju oko 14% prihoda. Ukupna visina izravnih plaćanja ostaje po ulasku Hrvatske u EU približno na razini bazne godine (smanjenje za 2%). Promjene u ukupnom prihodu tako su skoro isključivo posljedica promjena u cijenama. Procjenjuje se da će prihodi agregatne cijene u poljoprivredi po pristupu pasti za oko 4% (realni scenarij) što se odražava u cijelosti i na procjenu promjene ukupnog prihoda (slika 4). Po optimističkom scenariju može se očekivati blagi porast prihoda (za oko 1%), a po pesimističkom osjetan pad (za oko 13%).

Nešto više ima promjena po pojedinim proizvodnim sektorima. Po realnom scenariju se u ratarstvu uslijed blagog pada cijena i porasta izravnih plaćanja očekuje, da će prihodi i poslije ulaska ostati na polaznoj razini (slika 5). Na kraju prijelaznog razdoblja (P+4), zbog većih će se izravnih plaćanja prihod još malo povećati. Optimistički scenarij ukazuje na mogućnost blagog porasta a pesimistički blagog pada prihoda. Za skupinu povrtlarstvo i trajne kulture realno je očekivati blagi pad prihoda, a stupanj neizvjesnosti je u toj skupini vrlo velik.

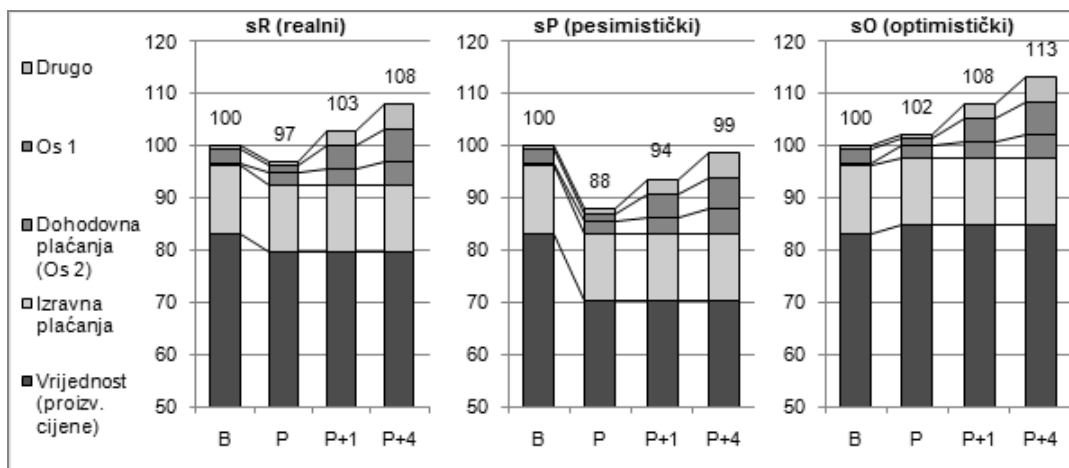
Za stočarstvo svi scenariji ukazuju na pad prihoda. Zbog pada izravnih plaćanja pad prihoda je veći od pada cijena. U okviru stočarstva najveći pad prihoda očekuje se kod svinja (osjetan pad cijena) i mlijeka (osjetan pad izravnih plaćanja), nešto manji kod tova goveda i blagi pad u peradarstvu (više Erjavec i sur. 2011).



Slika 4. Procjena promjena prihoda poljoprivrede po ulasku u EU (indeks; bazno razdoblje=100)



Slika 5. Procjena promjena prihoda poljoprivrede po ulasku u EU po proizvodnim skupinama (indeks; bazno razdoblje=100; Crvene okomite crte označuju raspon procjena po optimističkom (gornja granica) i pesimističkom scenariju (donja granica)).



Slika 6. Procjena promjena prihoda poljoprivrede uvećanog za plaćanja 2. stupa po ulasku u EU (indeks; bazno razdoblje =100)

Pored cijena i izravnih plaćanja na dohodovni položaj poljoprivrede utječu i neke druge mjere poljoprivredne politike. Dio plaćanja druge osovine politike ruralnog razvoja (LFA i agro-okolišna plaćanja) izravno povećavaju prihode dijela poljoprivrednih gospodarstava.

Dohodovna plaćanja druge osovine su u baznoj godini mala, a poslije ulaska se značajno povećavaju (slika 6). Njihov doprinos ukupnim prihodima po pristupu po realnom scenariju kompenzira pad prihoda po osnovi cijena i izravnih plaćanja. Druge godine po pristupu ukupan prihod je nešto veći od baznog razdoblja, a na kraju prijelaznog razdoblja je veći za približno 9%. Plaćanja 1. osovine (konkurentnost – različiti oblici investicijskih potpora), ne ubrajaju se u dohodovna plaćanja ali u svakom slučaju znače potporu poljoprivredi.

Valja napomenuti da su rezultati analize učinaka pristupa na agregatnoj razini samo jedan vid analize. Učinci na razini poljoprivrednog gospodarstva mogu biti sasvim drugačiji. Na toj razini mnogo toga ovisi o proizvodnoj strukturi, pa i od spremnosti i znanja proizvođača da iskoriste mogućnosti ZAP-a, a u najvećoj mjeri od spremnosti i znanja proizvođača da se prilagode promjenama na tržištu.

## **Zaključci**

Studija daje prvu procjenu mogućih promjena ekonomskih rezultata hrvatske poljoprivrede poslije pristupa u EU. Procijenjen je mogući raspon promjena u cijenama, proračunu i prihodu po svim značajnijim sektorima poljoprivrede. Rasponi su relativno veliki, jer je teško, odnosno praktički nemoguće, precizno odrediti promjene u cijenama, kao i raspoređivanje sve više proizvodno nevezane podrške u poljoprivredi.

Ako i zanemarimo buduću promjenljivost (volatilitnost) cijena, visina cijena po pristupu je rezultat otvaranja još uvijek relativno zatvorenog tržišta, percepcije i sklonosti domaćih potrošača domaćim proizvodima, kao i promjena u strukturi tržišta (koncentracije u trgovini) i mogućeg snažnijeg jačanja konkurentnosti domaće hrvatske poljoprivrede. Što će biti konkurentnija i tehnološki, kao i organizacijski razvijenija, toliko lakše će domaća poljoprivreda podnijeti očekivane pritiske. Ti pritisci mogu biti i manji od pretpostavljenih, ako će domaći potrošač ostati vjeran svojim lokalnim tržišnim kanalima i proizvodima. Svakako iskustva dosadašnjih pristupa EU pokazuju da je zaoštavanje tržišnih odnosa veće nego što se obično očekuje.

Neizvjesnost u vezi s procjenom ekonomskih rezultata hrvatske poljoprivrede postoji i glede budućeg poljoprivrednog proračuna. Naime, premda je proračun s financijskim omotnicama za oba stupa određen u pregovorima s EU, još uvijek u njemu ima određene neizvjesnosti. Vrlo brzo dolaze, iako za sada još ne sasvim određene, i promjene poljoprivredne politike u EU poslije 2014. godine. Te promjene vjerojatno donose još više proizvodne nevezanosti i po svemu sudeći i određeno snižavanje ukupnog poljoprivrednog proračuna iskazano u realnim parametrima. Stoga i implementacija mjera u Hrvatskoj može naići na realne poteškoće, i to kako u samom izvođenju, tako i u pogledu sufinanciranja mjera iz nacionalnog dijela proračuna.

Uz sve prethodne napomene, vjerujemo da su rezultati analize u ovoj studiji dosta realni. Ti rezultati ukazuju na smjer promjena, što je potrebno uzimati sa svom ozbiljnošću u planiranju i provedbi buduće politike. Agregatno će prihodi po pristupu biti oko sadašnje razine, ili još vjerojatnije malo ispod nje. Pad prihoda proizlazi iz pada cijena, kao i manje proračunske podrške u nekim sektorima, koji su danas relativno zaštićeni ili ne postižu onaj stupanj konkurentnosti koji će se tražiti poslije pristupa. To pogotovo važi za svinjogojstvo, proizvodnju mlijeka, vina i duhana. Ima i proizvoda, gdje se ne očekuju veće promjene u prihodima, a kod nekih proizvoda simulacija ukazuje i na povećanje prihoda po pristupu (npr. kod kukuruza). Stočarstvo će po pristupu biti u manje povoljnom položaju nego biljna proizvodnja i to u velikoj mjeri zbog samog koncepta politike u EU (sve manje proizvodno vezanih plaćanja).

Značajni dio negativnih učinaka pristupa otpada i na razlike u proračunskim mjerama Hrvatske, kad ih se usporedi s mjerama u EU. Potrebno je napomenuti da je kao bazna uzeta godina u kojoj je odstupanje proračunske politike u Hrvatskoj u odnosu na ZAP bilo još relativno veliko, i da su poslije 2009. godine u Hrvatskoj počele reforme koje već donose daljnju harmonizaciju mjera, iako određene razlike ostaju sve do pristupa. Pri relativno velikom proračunu za poljoprivredu, u baznoj godini su mjere u Hrvatskoj bile drugačije (više proizvodno vezane) i usmjerene prema proizvodima, gdje je potpora u EU ili niža (npr. mlijeko), ili je čak nema (svinjogojstvo). Iako proračun poslije pristupa za poljoprivredu jača, on donosi i jako puno promjena u izravnim plaćanjima. Stoga su rezultati na agregatnoj razini, a pogotovo u nekim sektorima, očekivano negativni.

Uz prethodno opisana ograničenja u vezi pouzdanosti simulacija, na temelju rezultata studije mogu se donijeti sljedeće najvažnije preporuke:

- Fokus u poljoprivrednoj politici usmjeriti od izravnih plaćanja prvog stupa na mjere drugog stupa u kojima se u puno većoj mjeri mogu oblikovati specifični ciljevi i prioriteti nacionalne politike.

- Izraditi strateške planove u cilju čim boljeg iskorištenja za Hrvatsku vrlo izdašnih sredstava EU fondova za politiku ruralnog razvoja. Pažnju položiti na određivanje i jače pozicioniranje mjera sadašnje druge osovine, gdje je sukladno važećim propisima EU moguće iskoristiti i snažne dohodovne učinke te politike.
- Jačati konkurentnost poljoprivrede, pogotovo kritičnih kultura, investicijskim podrškama, a uz to ne zaboraviti i na politiku tehnološkog razvoja i snažnije povezivanje akademske zajednice i poslovnog sektora, prije svega putem primijenjenih istraživanja.
- Transparentnom politikom i proaktivnom komunikacijom s ciljnim skupinama ukazati u kojem smjeru idu promjene, da bi se poljoprivrednici mogli na te promjene što bolje pripremiti. Posebnu pažnju posvetiti implementaciji mjera i razvitku savjetodavne i drugih stručnih službi za izgradnju učinkovitog sistema potpore za provođenje mjera poljoprivredne politike po pristupu.
- Potrebno je nastaviti s radom na ekonomskim analizama stanja, monitoringu mjera i procjenama učinaka promjena ('impact assesment') u poljoprivrednoj politici. Za to treba izgraditi potrebnu infrastrukturu za prikupljanje, obradu i protočnost podataka, te dodatno jačati ljudske i institucionalne resurse.

### Literatura

- Banse, M. (2000). Macroeconomic Implications of EU Accession. In: Tangerman, S., Banse, M., (eds). Central and East European Agriculture in an expanding European Union. CAB International, Wallingford: 133-156.
- DZS RS. (2010a). Broj stoke i peradi – Stanje 1. prosinca 2009. Priopćenje Br. 1.1.22 (6.4.2010). Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske. <http://www.dzs.hr/>
- DZS RS. (2010b). Biljna proizvodnja u 2009. Priopćenje Br. 1.1.14 (10.5.2010). Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske. <http://www.dzs.hr/>
- DZS RS. (2010c). Ekonomski računi u poljoprivredi. Baze podataka (20.12.2010). Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske. <http://www.dzs.hr/>
- DZS RS. (2010d). 11.1. Bruto domaći proizvod, godišnji obračun (Prosječni mjesečni tečaj HRK/EUR). Statistički ljetopis 2010 (prosinac 2010). Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske. <http://www.dzs.hr/>.
- DZS RS. (2011). Prosječne proizvođačke cijene izabranih poljoprivrednih proizvoda. Priopćenje Br. 1.1.18 (23.12.2009) i Br. 1.1.4 (28.2.2011). Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske. <http://www.dzs.hr/>.
- Erjavec, E., Rednak, M., Volk, T. (1998). The European Union enlargement - the case of agriculture in Slovenia. *Food policy*. 23: 395-409.
- Erjavec, E. (2004). The role of institutions in the negotiations for accession to the European Union. V: Role of institutions in rural policies and agricultural markets / edited by Guido van Huylenbroeck, Wim Verbeke, Ludwig Lauwers. Boston: Elsevier, 61-73.
- Erjavec, E., Donnellan, T., Kavčič, S. (2006). Outlook for CEEC agricultural markets after EU Accession. *East. Europ. econ.*, 44: 83-103.
- Erjavec, E. (2007). The EU common agricultural policy and western Balkans integration process and tasks. In: Ševarlić, M., Tomić, D. (eds.). Development of Agriculture and Rural Areas in Central and Eastern Europe : proceedings of plenary papers and abstracts. Zemun: Serbian Association of Agricultural Economists, 39-43.
- Erjavec, E. Rednak, M., Volk, T. (2011). Hrvatski pristup u EU - prva ocjena učinaka pristupa na prihode u poljoprivredi. MPRRR, Zagreb.
- EUROSTAT (2011). Selling prices of agricultural products (absolute prices), land prices and rents. Statistics/Agriculture/Database/Agricultural prices and price indices. <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/agriculture/data> (4.5.2011).
- Garzon I. (2006). Reforming the Common Agricultural Policy: History of a Paradigm Change. Houndmills: Palgrave Macmillan.
- Moyer W., Josling T. (2002). Agricultural Policy Reform. Politics and process in the EU and US in the 1990. Burlington: Ashgate.
- Münch, W. (2000). Effects of CEEC-EU accession on agricultural markets in the CEEC and on government expenditure. In: Tangerman, S., M. Banse: Central and Eastern European agriculture in an expanding European Union. Wallingford, CAB International, 113-132.



**Croatian agriculture and Common Agricultural Policy – the framework of economic changes and the estimated effect by production sectors**

- Swinnen J.F.M. (ed.) (2008). The perfect storm - The Political Economy of the Fischler Reforms of the Common Agricultural Policy. Brussels, Centre for European Policy Studies (CEPS): 184 pg.
- Tracy, M. (1997). Agricultural Policy in the European Union and Other Market Economies. 2nd Edition. La Hutte: Agricultural policy Studies.
- Volk, T. 2004. Uticaj agrarne politike na razvoj poljoprivrede Slovenije u periodu tranzicije i uključenja u Evropsku uniju. Doktorski rad, Poljoprivredni fakultet, Beograd

**sa2012\_0001**

# Teški metali od polja do stola

Zdenko LONČARIĆ<sup>1</sup>, Imre KADAR<sup>2</sup>, Zorica JURKOVIĆ<sup>3</sup>, Vlado KOVAČEVIĆ<sup>1</sup>,  
Brigita POPOVIĆ<sup>1</sup>, Krunoslav KARALIĆ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d, 31000 Osijek, Hrvatska  
(e-mail: zloncaric@pfos.hr)

<sup>2</sup>Research Institute of Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences (RISSAC), Herman Ottó u. 15, 1022 Budapest, Hungary

<sup>3</sup>Hrvatska agencija za hranu, I. Gundulića 36b, 31000 Osijek, Hrvatska

## Sažetak

Koncentracija teških metala u ekosustavima kontinuirano se povećava uslijed industrije i cestovnog prometa (Zn, Cu, Pb, Hg, Cd i Ni), termoelektrana (As) i poljoprivrede (Cd, As i Ni). Prirodnim fosfatima unose se U, V, As, Cr i Cd (najviše do 28 g ha<sup>-1</sup> god<sup>-1</sup> fosfatima iz Afrike), a organskim gnojivima Cd, Zn, Cu (svinjski gnoj), te Pb i Co. Teški metali unose se i karbokalkom, ali kalcizacija značajno smanjuje raspoloživost teških metala (do 50%), osim Mo. Previsoke koncentracije teških metala utvrđene su uglavnom samo u urbanim područjima RH, što otvara značajne mogućnosti u proizvodnji zdrave hrane. Treba izbjegavati uzgoj korjenastog i lisnatog povrća, krumpira i soje u urbanim vrtovima, na površinama opterećenim prometom i industrijalizacijom, te na kiselim tlima. Očuvanje plodnosti tala, kalcizacija, primjerena gnojidba i zaštita, izbor biljnih vrsta i genotipova, stočne hrane i animalnih proizvoda osnove su manjeg unosa toksičnih teških metala u prehrambeni lanac. Uloga znanstvenika je kreirati genotipove s pozitivnom selektivnom akumulacijom teških metala u konzumnom dijelu biljke.

Cljučne riječi: depozicija, fosfati, biofortifikacija, prehrambeni lanac, akumulacija

## Heavy metals from farm to fork

### Abstract

Concentrations of heavy metals in ecosystems are continuously increasing due to industry and traffic (Zn, Cu, Pb, Hg, Cd, and Ni), power plants (As) and agriculture (Cd, As, and Ni). Natural phosphates increases concentrations of the U, V, As, Cr, and Cd (up to 28 g ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> by phosphates from Africa), organic fertilizers of Cd, Zn, Cu (pig manure), and Pb, and Co. The carbocalk also contains some heavy metals, but liming significantly reduces the availability of heavy metals (up to 50%), except for Mo. Excessive concentrations of heavy metals were found mainly in soils of urban areas of Croatia, which means great potential for Croatian agriculture in healthy food production. One should avoid growing root and leafy vegetables, potatoes and soybeans in urban gardens, industrial areas and on acid soils. Preserving the fertility of soils, liming, adequate fertilization and plant protection, the choice of plant species and genotypes, of feed and animal products are the basis of a lower input of toxic heavy metals into the food chain. The role of scientists is to create genotypes with positive selective accumulation of heavy metals in the plants.

Key words: deposition, phosphates, biofortification, food chain, selective accumulation

### Uvod

Izraz „teški metali” tijekom proteklih nekoliko desetljeća često se koristi za grupu metala i polumetala (metaloida) koji se dovode u vezu s onečišćenjem i potencijalnim toksičnim učinkom (Duffus, 2003.). Elemente koji pripadaju grupi „teških metala” različiti su autori definirali različitim vrijednostima relativne gustoće, od gustoće iznad  $3,5 \text{ g cm}^{-3}$  (Falbe and Regitz, 1996.), najčešće iznad  $5 \text{ g cm}^{-3}$ , zatim iznad  $6 \text{ g cm}^{-3}$  (Thornton, 1995.) il čak iznad  $7 \text{ g cm}^{-3}$  (Bjerum, 1936., cit. po Duffus, 2003.). U literaturi iz područja biotehničkih znanosti u Republici Hrvatskoj najčešće se kao granica navodi  $5 \text{ g cm}^{-3}$ , te tako u grupu „teških metala” ne spada titan (Ti), ali ni aluminij (Al) koji je značajan s aspekta fitotoksičnosti. Duffus (2003.) također navodi i definicije grupe „teških metala” kao elemente čija je atomska masa iznad 23 ili iznad 40, te elemente čiji je atomski broj veći od 20. Zanimljivo je da sve navedene definicije uključuju elemente bitno različitih bioloških i ekoloških važnosti, posebice s aspekta neophodnosti, korisnosti, toksičnosti, kako za biljne, tako i za životinjske organizme.

S obzirom da grupu elemenata koju nazivamo „teški metali”, ne samo u biotehničkim znanostima, često proučavamo s aspekta toksičnog učinka i onečišćenja okoliša, to nerijetko u navedenu grupu svrstavamo i polumetal arsen (As). Vrlo često u biotehničkim se znanostima zajedno s „teškim metalima” proučava za sisavce esencijalni nemetal selen (Se), te za biljke esencijalni polumetal bor (B).

Dakle, ovu grupu kemijskih elemenata, vrlo heterogenu s kemijskog, fiziološkog i ekološkog aspekta, najčešće u svijetu nazivaju „elementi u tragovima”, a definirana je kao grupa elemenata koji su u vrlo niskim koncentracijama ( $\text{mg kg}^{-1}$  ili manje) prisutni u većini tala, biljaka i živih organizama (Phipps, 1981.). Elementi u tragovima koji su intenzivno proučavani u posljednjim dekadama uključuju bakar (Cu), cink (Zn), željezo (Fe), mangan (Mn), molibden (Mo), bor (B), kobalt (Co), nikal (Ni), olovo (Pb), kadmij (Cd), krom (Cr), arsen (As), živu (Hg) i selen (Se). Metali neophodni za više biljke i sisavce su Fe, Mn, Zn, Cu i Mo, za biljke su još neophodni metal Ni, i polumetal B, a za životinjske organizme metal Co i nemetal Se. U elemente u tragovima ubrajamo i fiziološki nepotrebne i nekorisne toksične metale Cd, Pb, Cr i Hg, te polumetal As. Međutim, Cu, Zn, Pb i Cd su elementi u tragovima koji nas ekološki najviše zanimaju zbog čestih kontaminacija tala, voda i prehrambenog lanca (He et al., 2005.).

### Porijeklo teških metala u tlu

Prisutnost teških metala u tlu posljedica je prirodnih i antropogenih procesa. Prirodni su pedogenetski procesi kojima tlo nasljeđuje teške metale iz matičnog supstrata, a antropogeni procesi uključuju urbanizaciju, industrijalizaciju, promet i poljoprivrednu proizvodnju. U udaljenim područjima s malim antropogenim utjecajem na atmosfersku depoziciju, teški metali u tlima su većinom porijeklom iz matičnog supstrata, dok su u urbanim i poljoprivrednim područjima koncentracije teških metala u tlima veće od koncentracija u matičnim supstratima zbog kontinuiranog unosa u ekosustav. Geogeno porijeklo ekološki najinteresantnijih teških metala, Cu, Zn, Cd i Pb, najčešće je povezano sa sumpornim mineralima koji u okolišu relativno brzo oksidiraju, te se metalni kation odvajaju od sumpora u ranoj fazi trošenja minerala (He et al., 2005.). U kasnijim fazama pedogeneze Cu, Zn i Cd češće su u sastavu Mn oksida, a Pb u sastavu Fe oksida i hidroksida.

U zemljinoj je kori prosječni udio magmatskih i sedimentnih stijena 95:5, a u površinskim slojevima su češće sedimentne stijene. Tla nastala na pješčenjacima i kiselim magmatskim stijenama (npr. granit) u pravilu sadrže manje esencijalnih elemenata i teških metala Cu, Zn i Co (He et al., 2005.), nego tla na alkalnim magmatskim stijenama i sedimentnim škriljcima (veće koncentracije Cu, Zn, Mn, Pb, a mogu sadržavati i iznad  $200 \text{ mg kg}^{-1}$  Cd).

Prirodni geološki procesi mogu na različitim matičnim stijenama rezultirati višestrukim koncentracijama teških metala u usporedbi s prosjekom u tlima (Intawongse, 2007.), što utječe na biljni i životinjski svijet. Prirodni izvori teških metala u tlu su, pored matičnih stijena, i vulkanske erupcije, morski aerosoli i šumski požari (Reichman, 2002.).

### Antropogeni unos teških metala u ekosustav

Antropogeni unos teških metala u tlo obuhvaća široku lepezu aktivnosti čovjeka:

1. proizvodnja energije i goriva (emisija iz električnih centrala)

2. rudarstvo, metalurgija i industrija (eksploatacija i obrada ruda, elektronika, boje)
3. transportni sustavi (sagorjevanje goriva, trošenje motora, kočnica i guma, korozija)
4. urbano-industrijski kompleksi (obrada otpada i kanalizacijskog mulja)
5. vojne aktivnosti (ratovi, poligoni)
6. recikliranje (topljenje i obrada sekundarnih otpadnih sirovina)
7. poljoprivreda (mineralna i organska gnojiva, poboljšivači, pesticidi, navodnjavanje).

#### Atmosferska depozicija teških metala

Nriagu (1989.) je utvrdio da je u ukupnim atmosferskim depozicijama na globalnoj razini antropogeni udio čak 96% za Pb i 85% Cd, 75% V, 66% Zn, 65% Ni, 61% As, 59% Hg, 56% Cu, 52% Mo, 42% Se i 41% Cr. Tijekom proteklih desetljeća godišnja je emisija teških metala na svjetskoj razini dosegla 1.350.000 t Zn, 939.000 t Cu, 783.000 t Pb i 22.000 t Cd (Padmavathiamma i Li, 2007.). Odnos emisija ova 4 elementa je 61:43:36:1, dok je u Republici Hrvatskoj znatno niži odnos emisije Pb (3:1) u odnosu na Cd (Državni zavod za statistiku RH, 2010.).

U Republici Hrvatskoj najveći udio u emisiji Pb (42,7%) i Se (84,4%) imaju proizvodni procesi (Državni zavod za statistiku RH, 2010.), izgaranje u termoenergetskim objektima u emisiji As (59,4%) i Cr (48,4%), te izgaranje u industriji u emisiji Ni (59,3%), Hg (43,2%) i Cd (39,4%). Cestovni promet ima udio u emisiji Cd 28,5%. Vrlo je značajna količina teških metala koja dospjeva na poljoprivredne površine, što je posljedica industrije, transporta, poljoprivrede, prometne frekvencije, naselja, ali i jačine i smjera vjetrova (Kádár i Ragályi, 2010.). Iako su depozicije teških metala na različitim lokacijama bitno različite (tablica 1), ipak je depozicija Zn gotovo uvijek najveća, slijede Cu i Fe, te Mn. Depozicija ostalih teških metala prosječno je niža, iako može značajno varirati, kao npr. primjeri depozicije Pb (tablica 1) od 2 g ha<sup>-1</sup> godišnje (Nagyhörccsök, Mađarska) do 186 g ha<sup>-1</sup> u Austriji (Sager, 2008.).

Romić i Romić (2003.) navode podatke Instituta za medicinska istraživanja i medicinu rada prema kojima su tijekom 1998. do 2001. godine u blizini zagrebačkog gradskog odlagališta utvrđeni rasponi dnevnih depozicija Cd 0,15 - 7,55 µg m<sup>-2</sup> i Pb 2,72 - 22,8 µg m<sup>-2</sup>, što iznosi 0,55 - 27,6 g Cd ha<sup>-1</sup> godišnje i 9,9 - 83,2 g Pb ha<sup>-1</sup> godišnje. Posebice su visoke maksimalne količine Cd (27,6 g ha<sup>-1</sup>), dok su vrijednosti Pb u okviru raspona prikazanih u tablici 1 (Kádár i Ragályi, 2010.).

Tablica 1. Godišnja vlažna depozicija teških metala u tlo (g ha<sup>-1</sup>) (Kádár i Ragályi, 2010.)

Element	Eksperimentalne stanice*	Meszaros et al. (1993.)	Sager (2008.)	Gray et al. (2003.)	Andersson (1992.)
Zn	112-1391	160-230	183-1284	432-1714	110
Mn	33-62	25-44			66
Fe	42-119	150-390			
Cu	21-153	24-55	8-110	13-65	12
Mo	0.2-6.4				
Ni	0-6	7-22	8-43	4-21	3
Pb	2-4	74-87	35-186	7-73	35
Cd	0-0.3	4.5-5.7	0.6-3.0	0.1-0.4	1.1
Cr	0.3-6.4		1.9-12.4	6.9-59.4	1.6
Co	0.4-0.7	2-3-3.1			
As	0-4.2		2.8-17.9		3.0
Hg	0-1.5				0.3

\*Eksperimentalne postaje Örbottyán (područje Budimpešte) i Nagyhörccsök (Mezőföld regija)

Usporedimo li količine teških metala koje dospijevaju na poljoprivredno tlo vlažnom depozicijom s količinama koje iznese pšenica prosječnim prinosom zrna od 5 t ha<sup>-1</sup>, možemo zaključiti da je prosječna depozicija u razini količine Mo, Ni i Se u zrnu pšenice, 60% veća od količine Zn u zrnu, a količine Cu i B višestruko su veće od količina tih elemenata u zrnu pšenice (Kádár i Ragályi, 2010.). Također, depozicije Mn i Fe prosječno su niže, a Pb i Cd značajno veće od iznošenja istih teških metala prinosom zrna pšenice.

### Utjecaj poljoprivrede na unos teških metala u tlo

Pored atmosferske depozicije, u povećanju količina teških metala u tlu značajan je i doprinos poljoprivrede. Sager (2008. citirano po Kádár i Ragályi, 2010.) navodi da je kontaminacija tla s Pb i Zn uglavnom atmosferskom depozicijom, Cr i V uglavnom su porijeklom iz gnojiva, dok atmosferska depozicija i gnojidba imaju podjednak značaj u kontaminaciji tala s As, Cd i Ni. Međutim, izvori onečišćenja tala pojedinim teškim metalima su različiti (tablica 2).

Tablica 2. Izvori zagađenja i porijeklo teških metala u tlu (Wilson et al., 2008.)

Element	Matična stijena s visokom koncentracijom	Izvor zagađenja
As	sedimentni materijali bogati sulfidima (npr. ugljen); sulfidi i rude Ag, Pb, Cu, Ni	konzerviranje i obrada drveta; pesticidi; izgaranje ugljena; rudarstvo; talionice
Cd	često zajedno sa Zn; visoke koncentracije u klastičnim pelitima i u škriljcima	atmosferska depozicija; industrijski i komunalni otpad; fosfatna gnojiva; kanalizacijski mulj; rude i taljenje Zn
Cr	ultrabazične magmatske stijene i stijene niskog stupnja metamorfoze; serpentiniti	različiti industrijski otpad; završna obrada metala i oplata; elektronika; obrada drveta
Cu	minerali s Cu, Fe i S; najobilniji u bazičnim magmatskim stijenama	komunalni mulj; talionički otpad; peradski i svinjski stajski gnoj
Hg	uglavnom niska koncentracija, veće koncentracije uz sulfide u stijenama, npr. u škriljcima; cinabarit (HgS) i sulfidni minerali s As, Se, Ag, Zn, Pb	izgaranje fosilnih goriva; vulkanska aktivnost; gradski mulj; tretirano sjeme; industrijski procesi
Ni	ultrabazične magmatske stijene i stijene niskog stupnja metamorfoze; serpentiniti	rudarstvo, talionice, industrijski procesi
Pb	uglavnom niska koncentracija, veće koncentracije uz sulfide u stijenama; galenit (PbS)	automobili; transportni sustavi; boje
Se	morski sedimenti iz perioda kasne krede i tercijara	rudarstvo; irigacija na područjima bogatim selenom
Zn	niska ali relativno ujednačena koncentracija u stijenama, veće koncentracije uz sulfide u stijenama; sfalerit (ZnS)	komunalni mulj, talionički otpad, peradski i svinjski stajski gnoj

Poljoprivredna proizvodnja doprinosi akumulaciji teških metala u površinskim slojevima poljoprivrednih tala primjenom različitih agrotehničkih mjera:

1. gnojidba mineralnim gnojivima (prirodni minerali, pojedinačna i složena gnojiva),
2. gnojidba organskim gnojivima (stajska gnojiva, komposti, organski ostaci),
3. kondicioniranje tala (kalcizacija, zakiseljavanje, poboljšivači teksture),
4. aplikacija pesticida,
5. navodnjavanje i fertigacija.

Upotreba različitih supstanci koje sadrže metale značajno je porasla radi postizanja stabilnih prinosa, a aplikacija mikroelemenata kao što su Cu, Zn, Fe, Mn, i B postala je uobičajeni agrotehnički zahvat. Navedeni se elementi redovito dodaju uobičajenim formulacijama složenih gnojiva pri gnojidbi usjeva na pjeskovitim, karbonatnim i tresetnim tlima s nedostatkom mikroelemenata (He et al., 2005.). Značajan dio pesticida, fungicida i herbicida također sadržavaju Cu, Zn, Fe, Mn, pa i As, a pojedini teški metali kao Cd i Pb unose se u tlo kao nečistoće prisutne u gnojivima. Najveći značaj među mineralnim gnojivima u pogledu teških metala kao nečistoća imaju fosfatna gnojiva, tj. sirovi fosfati kao pojedinačna gnojiva ili kao sirovina za proizvodnju pojedinačnih i složenih gnojiva. Pri tome najveću pozornost pridajemo koncentraciji Cd u fosfatnim mineralima, iako je i udio drugih teških metala vrlo značajan. Koncentracije teških metala (tablica 3) značajno se razlikuju prema porijeklu fosfata (Van Kauwenbergh, 1997.).

Stacey et al. (2010.) navode još širi raspon koncentracija Cd od 0.5 (Australija) do 150 (USA) s globalnim prosjekom 20,8 mg kg<sup>-1</sup>. Također, navode više maksimalne koncentracije i za Cr (1000 mg kg<sup>-1</sup>, Idaho, USA), Pb (55 mg kg<sup>-1</sup>, Florida, USA), Hg (9,9 mg kg<sup>-1</sup>, Kina) i U (390 mg kg<sup>-1</sup>, Tanzanija).

Značajne koncentracije teških metala nisu utvrđene samo u prirodnim fosfatima, već i u različitim mineralnim gnojivima, kondicionerima, organskim gnojivima i ostacima u poljoprivrednoj proizvodnji (tablica 4). Organska gnojiva kao stajska gnojiva i komposti sadrže više koncentracije teških metala nego većina poljoprivrednih tala. Posljedica kontinuirane uporabe organskih gnojiva je povećanje ukupne

koncentracije teških metala u tlima. Pri tome je značajan pozitivan učinak gnojidbe na raspoloživost esencijalnih teških metala, posebice na laganim pjeskovitim i karbonatnim tlima, ali je negativna posljedica povećanje koncentracije toksičnih teških metala kao Cd i Pb. Stoga je u većini zemalja propisana maksimalna koncentracija pojedinih teških metala u organskim gnojivima.

Tablica 3. Fosfor i toksični elementi (mgkg<sup>-1</sup>) u sedimentnim fosfatnim stijenama

Država	Lokalitet	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	As	Cd	Cr	Pb	Se	Hg	U	V
Alžir	Djebel Onk	29,3	6	13	174	3	3	0,061	25	41
Kina	Kaiyang	35,9	9	<2	18	6	2	0,209	31	8
India	Mussoorie	25,0	79	8	56	25	5	1,672	26	117
Maroko	Khouribga	33,4	13	3	188	2	4	0,566	82	106
Niger	Parc W	33,5	4	<2	49	8	<2	0,099	65	6
Senegal	Taiba	36,9	4	87	140	2	5	0,270	64	237
Tanzanija	Minjingu	28,6	8	1	16	2	3	0,40	390	42
Togo	Hohotoe	36,5	14	48	101	8	5	0,129	77	60
Tunis	Gafsa	29,2	5	34	144	4	9	0,144	12	27
USA	North Carolina	29,9	13	33	129	3	5	0,146	41	19
Venezuela	Riecito	27,9	4	4	33	<2	2	0,600	51	32

Tablica 4. Primjeri koncentracija teških metala u različitim gnojivima (u mg kg<sup>-1</sup>)

Gnojivo/kondicioner		Fe	Zn	Mn	Cu	Mo	Ni	Cr	Cd	Pb	Co
Tripleks (EU)	45% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1986	3172	34,3	9,8	6,11	26,74	1838	12,1	2,54	0,73
Karbokalk (HR)	34,4% Ca	2770	38,5	151,5	19,4	0,22	3,12	6,6	0,28	1,39	0,76
Govedi stajski gnoj*	1,02% N	2927	186	253	35,0	1,7	9,5	14,2	0,24	5,27	1,30
Konjski stajski gnoj*	1,13% N	6357	95	371	24,0	2,4	17,3	27,4	0,30	16,0	2,44
Svinjski stajski gnoj*	1,24% N	13740	678	724	81,0	2,6	20,1	37,8	0,90	5,72	2,00
Pileći stajski gnoj*	2,99% N	669	262	324	48,0	2,6	9,1	10,1	0,45	2,28	0,94
Govedi kompost*	1,89% N	4943	363	430	67,0	6,0	23,3	46,5	0,56	4,04	3,00
Konjski kompost*	1,79% N	5807	102	402	22,0	4,4	30,2	68,4	0,59	19,6	2,74
Svinjski kompost*	1,81% N	18620	555	686	119,0	4,7	30,4	70,9	1,19	7,00	2,83
Pileći kompost*	3,13% N	1015	420	573	76,0	4,1	14,7	18,4	0,69	1,64	2,15
Glisnjak	1,82% N	15605	133	394	34,6	0,2	46,4	62,7	0,60	14,3	1,97
Ostaci povrća	0,37% N	86,9	25,6	15	0,5	0,5	0,3	0,50	0,10	1,00	0,07

\* izvor podataka: Vukobratović (2008.)

Gnojidbom fosforitima i fosfornim gnojivima u tlo se prosječno unosi više U (median 21 g ha<sup>-1</sup>), V (median 20), Cr (median 36) i As (median 2,7) nego Cd (median 2,8), ali je zbog mobilnosti ipak najviše pozornosti na Cd u fosfornim gnojivima. Značajno se manje unosi Se (median 1,5), Pb (median 1,4) i Hg (median 0,1). Gnojidbom sa 120 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> sedimentnim fosfatima iz Tanzanije (tablica 3) u tlo se unosi čak 164 g U ha<sup>-1</sup>, fosfatima iz Senegala 77 g ha<sup>-1</sup> V i 28 g ha<sup>-1</sup> Cd, fosfatima iz Indije 38 g ha<sup>-1</sup> As, 12 g ha<sup>-1</sup> Pb i 0,8 g ha<sup>-1</sup> Hg. Najviše Cr (71 g ha<sup>-1</sup>) unosi se fosfatima iz Alžira, a najviše Se (3,7 g ha<sup>-1</sup>) fosfatima iz Tunisa. Prema navedenim podacima možemo zaključiti da su za okoliš najštetniji fosfati iz Senegala jer će se njima u tlo unijeti najviše Cd i V, ali se unosi i najmanje As (1,3 g ha<sup>-1</sup>) i Pb (0,7 g ha<sup>-1</sup>). Vrlo su štetni i fosfati iz Indije zbog unošenja najvećih količina As, Pb i Hg. S druge strane fosfatima iz Tanzanije unosi se najmanje Cd (0,4 g ha<sup>-1</sup>), ali i najviše U, čak 3-33 puta više nego ostalim fosfatima. S ekološkog aspekta najpovoljniji su fosfati iz Kine kojima se unosi najmanje Se (0,7 g ha<sup>-1</sup>) i Cr (6 g ha<sup>-1</sup>), te vrlo male količine Hg (0,07 g ha<sup>-1</sup>), Cd (0,7 g ha<sup>-1</sup>) i V (2,7 g ha<sup>-1</sup>).

Interesantno je ove vrijednosti usporediti s unošenjem teških metala u tlo kalcizacijom s 20 t ha<sup>-1</sup> karbokalka (tablica 4) jer se time unosi 5,6 g ha<sup>-1</sup> Cd (kao i fosfatima iz Alžira), 28 g ha<sup>-1</sup> Pb (2,5 puta više nego s fosfatima iz Indije s najvišim koncentracijama Pb), te 132 g ha<sup>-1</sup> Cr, gotovo dvostruko više nego najveći unos Cr fosfatima (iz Alžira). Međutim, karbokalkom se unose i značajne količine esencijalnih teških metala, od 4,4 g ha<sup>-1</sup> Mo, 390 g ha<sup>-1</sup> Cu i 770 g ha<sup>-1</sup> Zn, do 3 kg ha<sup>-1</sup> Mn i 55 kg ha<sup>-1</sup> Fe.

Organska gnojiva međusobno se zbog porijekla, te stupnja stabilnosti i zrelosti značajno razlikuju u koncentraciji dušika, fosfora i kalija, ali i teških metala. Pravilnikom o dobroj poljoprivrednoj praksi u korištenju gnojiva (Narodne novine 56/08), između ostalog, propisan je maksimalni godišnji unos dušika organskim gnojivima u tlo (170 kg N ha<sup>-1</sup>). S aspekta teških metala stoga je praktičnije usporediti količine teških metala u ekvivalentnim masama različitih organskih gnojiva koje sadrže 170 kg N ha<sup>-1</sup>, nego usporediti

samo koncentracije teških metala u gnojivima i organskim ostacima (tablica 4). Ekvivalentne količine organskih gnojiva prikazanih u tablici 4, sadrže od 2,6 (pileći stajski gnoj) do 12 (svinjski stajski gnoj) g ha<sup>-1</sup> Cd. U prosjeku se maksimalnim dozama stajskih gnojiva i komposta u tlo unosi 4-5 g ha<sup>-1</sup> Cd (median 4,3), dok samo 5 od 16 analiziranih sirovih fosfata unose u tlo više od 5 g ha<sup>-1</sup> Cd (median 2,8). Najveće količine Co (37 g ha<sup>-1</sup>) i Pb (241 g ha<sup>-1</sup>) unijele bi se aplikacijom 15 t ha<sup>-1</sup> konjskog stajskog gnojiva. Značajno je da bi svi analizirani komposti i stajska gnojiva (osim pilećih) unijeli u tlo 3-20 puta veću količinu Pb (median 41) od najvećeg unosa sirovim fosfatima (median 1,4). Količina Pb u svježem i kompostiranom pilećem stajskom gnojivu u rangu je najvećeg unosa sirovima fosfatima iz Indije (12 g ha<sup>-1</sup>). Pored neesencijalnih toksičnih teških metala (Cd i Pb), organskim se gnojivima u tlo unose i značajne količine esencijalnih teških metala. Najveći je unos Fe (median 55 kg ha<sup>-1</sup>), od 4 (pileći stajski gnoj) do 188 kg ha<sup>-1</sup> (svinjski stajski gnoj), a slijede Mn (median 3,9) i Zn (median 2,3 kg ha<sup>-1</sup>). Najviše i Mn i Zn unosi se svinjskim stajskim gnojem, a najmanje konjskim kompostom (Zn) i pilećim stajskim gnojem (Mn). Značajno se manje organskom gnojivom u tlo unosi Cu (median 413 g ha<sup>-1</sup>) i Mo (median 36 g ha<sup>-1</sup>), pri čemu najviše Cu svinjskim (1,1 kg ha<sup>-1</sup>), a najmanje konjskim (209 g ha<sup>-1</sup>) kompostom. Najviše Mo (54 g ha<sup>-1</sup>) unosi se kompostiranim govedim stajskim gnojem, a najmanje (15 g ha<sup>-1</sup>) pilećim stajskim gnojem.

U navedenim primjerima najmanje se Cd, Pb, Fe, Mn, Mo unosi u tlo aplikacijom pilećeg gnojiva, iako pojedini autori upravo peradski stajski gnoj navode kao potencijalan izvor onečišćenja tala teškim metalima, posebice Zn (Wilson et al., 2008.). Razlog niskog unosa pilećim gnojivima jesu niske koncentracije u navedenim primjerima (Fe i Pb), ali i visoka koncentracija dušika, što znači manju ekvivalentnu masu gnojiva u prikazanoj usporedbi.

Prikazane količine mikroelemenata koje se unose maksimalno dozvoljenom količinom organskih gnojiva usporedive su s količinama koje unosimo kalcijacijom s 20 t ha<sup>-1</sup> karbokalka, jer se unosi 55 kg ha<sup>-1</sup> Fe (median organskih gnojiva 55 kg ha<sup>-1</sup> Fe), te 3 kg ha<sup>-1</sup> Mn (median organskih gnojiva 3,9 kg ha<sup>-1</sup> Mn).

Unošenje teških metala u agroekosustav irigacijom značajno ovisi o lokalitetu, tj. o kvaliteti vode. Nekontaminirana voda sadrži ekstremno niske koncentracije teških metala, uglavnom u rangu µg L<sup>-1</sup> Cu, Zn, Pb, Ni i Cr. Vode iz domaćinstava i industrijske vode često sadrže značajno veće koncentracije, te kontinuirano navodnjavanje bez kontrole kvalitete i pročišćavanja vode može doprinjeti značajnoj akumulaciji teških metala u tlu.

### Koncentracije teških metala u poljoprivrednim tlima

U ovom su radu korišteni podaci 7 različitih istraživanja provedenih u kontinentalnom dijelu Republike Hrvatske (tablica 5) s ukupno 617 uzoraka tla, pri čemu se dva istraživanja odnose na šira urbana područja Zagreba (Romić i Romić, 2003.) i Osijeka (Lončarić, 2011.), a ostala istraživanja na oranična (i samo manjim dijelom šumska tla) Osječko-baranjske županije ili šire na kontinentalnom području Republike Hrvatske. Prosječne ukupne koncentracije teških metala u analiziranim su tlima u opadajućem nizu: Fe (prosječno 27000-32000 mg kg<sup>-1</sup>)>Mn (550-660)>Zn (75-90)>(Cr) (40-50)>(Ni) (30-50)>Cu (20-35)>(Pb) (15-25)>(Co) (10-16)>Cd (0,2-0,5).

Tablica 5. Vrsta i broj uzoraka tala s previsokim koncentracijama u Republici Hrvatskoj

Područje rada	Vrsta tala	Izvor	broj uzoraka	Teški metali iznad MDK*	
				br. uzoraka	Analizirani elementi
Urbano područje grada Zagreba	poljoprivredno	Romić i Romić (2003.)	331	20% Cd, 1 Pb, 3 Zn	(Zn, Cu, Ni, Pb, Cd)
istočna RH	oranice	Lončarić et al. (2008.)	40	o	(Zn, Cu, Ni)
istočna RH	oranice	Teodorović et al. (2009.)	57	o	(Zn, Cu, Ni, Co, Cr, Pb, Cd)
istočna RH	oranice	Lončarić et al. (2010.)	60	o	(Zn, Cu, Ni)
Osječko-baranjska (O-B) županija	oranice	Lončarić (2010.)	40	o	(Zn, Cu, Pb, Cd)
O-B i Koprivničko-križevačka županija	urbana i rur. vrtna tla	Lončarić (2011.)	29	1 Zn, Ni	(Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn)
Osječko-baranjska županija	oranice i šumska tla	Ivezić et al. (2011.)	60	o	(Pb, Cd, Ni, Co)
UKUPNO			617	71 (11,5%)	

\*MDK – maksimalno dozvoljene koncentracije propisane Pravilnikom o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja (NN 32/10)

Zagradama su označeni simboli elemenata čija koncentracija nije izmjerena u svim navedenim istraživanjima, a odstupanje od navedenog niza utvrđeno je u istraživanjima Romić i Romić (2003.) gdje je prosječna koncentracija Pb bila veća od prosječne koncentracije Cu, te Lončarić et al. (2008.) i Lončarić (2011.) gdje su utvrđene koncentracije Cu veće nego koncentracije Ni. U analiziranim je tlima u relativno malom broju uzoraka (11,5%) utvrđena koncentracija teških metala iznad MDK. Značajno je da se većina uzoraka odnose na šire urbano područje grada Zagreba gdje je u 20% uzoraka utvrđena koncentracija Cd iznad  $1 \text{ mg kg}^{-1}$ , u 1 uzorku koncentracija Pb bila je iznad  $100 \text{ mg kg}^{-1}$  (nekontrolirani deponij), te u 3 uzorka koncentracija Zn iznad  $200 \text{ mg kg}^{-1}$  (Romić i Romić, 2003.). Autori kao osnovne razloge navode blizinu aerodroma i intenzivan cestovni promet, dakle značajan utjecaj atmosferske depozicije, ali i podatak da je značajan broj uzoraka s područja riječnih nanosa uz rijeku Savu.

Značajan utjecaj autoputa, prometa, te urbanih i industrijskih aktivnosti potvrđuju Kádár i Koncz (1993.) s prikazom pada koncentracije teških metala 2-3 puta (Cu i Cd) do čak 27-30 puta (Zn i Pb) uz autoput i na 100 m udaljenosti od autoputa. Također, autori navode da je u ruralnom području koncentracija raspoloživog Cd 5 puta, a Cu 8 puta niža nego u industrijskom području, te Pb 25 i Zn 34 puta niža nego uz autoput. Slično je i s istraživanjima u Republici Hrvatskoj (tablica 5) jer na oranicama i šumskim tlima nisu povećane koncentracije teških metala, već se pored zagrebačkog područja, jedini uzorak s povećanom koncentracijom Zn ( $190 \text{ mg kg}^{-1}$ ) i Ni ( $53 \text{ mg kg}^{-1}$ ) iznad MDK nalazi u vrtnom tlu prigradskog osječčkog naselja (Višnjevac) vrlo blizu frekventne prometnice. Na istom su lokalitetu utvrđene i najviše koncentracije Pb ( $36 \text{ mg kg}^{-1}$ , dozvoljeno do 100) i Cd ( $0,96 \text{ mg kg}^{-1}$ , dozvoljeno do 1,00) u provedenim istraživanjima (Lončarić, 2011.).

### Raspoloživost teških metala u poljoprivrednim tlima

Raspoložive koncentracije teških metala u tlima značajno su niže od ukupnih koncentracija, ali to ovisi prvenstveno o svojstvima tala i o pojedinom teškom metalu. Utvrđivanje bioraspoloživosti teškog metala u tlu za pojedinu biljnu vrstu značajno ovisi o izboru ekstrakcijske otopine, tj. analitičke metode koja treba simulirati raspoloživost frakcija pojedinog elementa biljci, a za utvrđivanje izmjenjive frakcije elemenata u tlu razvijene su metode jednostruke ekstrakcije (EDTA, DTPA,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{CaCl}_2$ , HCl,  $\text{NH}_4\text{-OAc+EDTA}$  i druge). EDTA ekstrakcija je pouzdaniji i dosljedniji test za predviđanje nakupljanja teških metala u biljkama u odnosu na DTPA,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  i  $\text{CaCl}_2$  ekstrakcije (Hooda, 1997). Općenito, veći postoci teških metala ekstrahirani su s EDTA u usporedbi s DTPA, a oko 63% od ukupnog Cd u kontaminiranom tlu ekstrahirano je EDTA otopinom. Usporedbom različitih ekstrakcijskih metoda autori su utvrdili da prosječno najviše teških metala ekstrahira otopina  $\text{NH}_4\text{-OAc+EDTA}$ , zatim HCl, EDTA, a najmanje DTPA (Lončarić et al., 2008., Teodorović et al., 2009., Lončarić et al., 2010.). Međutim, pogodnost ekstraktanta da iz tla izluči teški metal bioraspoloživ za biljke ovisi o samom ekstraktantu, teškom metalu od interesa, biljnoj vrsti i tipu tla. Dakle, nisu sve metode korisne za proučavanje bioraspoloživosti svih teških metala u različitim zemljišnim uvjetima (Intawongse i Dean, 2006.). Tako će npr. otopine HCl, EDTA, DTPA,  $\text{NH}_4\text{-OAc+EDTA}$  ekstrahirati veći postotak Fe, Mn, Co i Cr od njihovih ukupnih količina u kiselim tlima nego u karbonatnim tlima, dok će  $\text{NH}_4\text{-OAc+EDTA}$  iz karbonatnih tala ekstrahirati veći postotak ostalih teških metala (Zn, Cu, Ni, Cd, Pb) nego iz kiselih tala.  $\text{NH}_4\text{-OAc+EDTA}$  ekstrakcija izlučila je iz analiziranih tala kontinentalnog dijela Republike Hrvatske najveću frakciju od ukupnih količina Pb (33%), zatim Cd (26%), Co (17%), Cu (16,8%), Ni (7,1%), Zn (5,9%), Mn (3,4%) i Fe (samo 1,4%), a najmanji relativni udio je ekstrahiranog Co, svega 0,76% ukupne količine u tlu. EDTA otopina ekstrahira najveći udio Cu, Pb (19%) i Cd (18%), a najmanje Co (0,36%) i Fe (0,3%). Ipak, prema apsolutnim vrijednostima, tj. ekstrahiranim koncentracijama i s  $\text{NH}_4\text{-OAc+EDTA}$  i s EDTA u tlima je najviše bioraspoloživog Fe i Mn, a najmanje Cd.

### Utjecaj kalcizacije na raspoloživost teških metala

Prethodno je navedeno da karbokalk kao sredstvo za kalcizaciju može sadržavati značajne količine teških metala (tablica 4), te da se kalcizacijom unose u tlo određene količine Cd, Pb, Cr, ali i esencijalnih teških metala Mo, Zn, Cu, Mn i Fe. Međutim, neophodno je napomenuti da kalcizacija neutralizacijom suviše kiselosti tla utječe na smanjenu bioraspoloživost teških metala, što može značajno smanjiti toksičnost teških metala i njihovo usvajanje. Prema regresijskim modelima za predviđanje raspoloživosti teških metala u tlu (Lončarić et al., 2008., Lončarić et al., 2010.), raspoloživost Fe u tlima smanjit će se 11-53% kalcizacijom tala s  $\text{pH}_{\text{KCl}} 4,5$  do ciljane  $\text{pH}_{\text{KCl}} 6,0$  uz ukupnu koncentraciju Fe u tlu  $20\text{-}40 \text{ g kg}^{-1}$  i sadržaj humusa 1-3%. Uz iste



promjene pH vrijednosti i isti raspon humoznosti, te ukupne koncentracije Zn 50-80 mg kg<sup>-1</sup>, raspoloživost Zn kalcizacijom će se smanjiti 12-40%, a najmanje će kalcizacija utjecati na raspoloživost Cu, svega 4-10%.

U kalcizacijskom pokusu u uzgoju feferona (neobjavljeni rezultati), kalcizacija je rezultirala smanjenjem koncentracije Cd u listu i plodu (32 i 36%), Co (52 i 36%), Cr (40 i 19%), Fe (29 i 2%), Mn (77 i 56%), Pb (30 i 45%) i Zn (42 i 9%), nije utjecala na koncentraciju Cu, a povećala je koncentraciju Mo u listu i plodu feferone (56 i 40%).

### Transfer teških metala u prehrambeni lanac

Transfer teških metala u sustavu tlo-biljka-voda osnova je ulaska teških metala u prehrambeni lanac. Utjecaj čovjeka na atmosfersku depoziciju teških metala i unos teških metala u tlo agrotehničkim mjerama već je opisan, pa iako prvenstveno svojstva tla utječu na bioraspoloživost u tlu prisutnih teških metala, ipak su vrlo značajni i ostali antropogeni utjecaji na transfer teških metala u prehrambeni lanac:

1. atmosferska depozicija teških metala
2. unos teških metala u tlo agrotehničkim mjerama
3. agrotehnika i proizvodni postupci koji utječu na bioraspoloživost teških metala
4. izbor usjeva, tj. biljne vrste i proizvodnih površina za proizvodnju krme i hrane
5. oplemenjivanje i izbor genotipova selektivne akumulacije teških metala
6. izbor komponenti za hranidbu domaćih životinja
7. prerada i proizvodnja animalnih proizvoda
8. prehrambene navike potrošača.

Agrotehničke mjere i proizvodne postupke svakako treba usmjeriti u pravcu smanjivanja bioraspoloživosti toksičnih teških metala, prije svih Cd i Pb. Najučinkovitija je mjera kalcizacija kiselih tala koja smanjuje raspoloživost Cd, Pb, Cr, Hg, ali isto tako i esencijalnih Fe, Zn i Mn. Sama kalcizacija nije dovoljna mjera, neophodno je obogatiti tlo organskom tvari i očuvati plodnost tla na optimalnoj razini opskrbljenosti biogenim elementima koji antagonizmom mogu smanjiti usvajanje toksičnih teških metala (npr. P i Zn u odnosu na Cd), a istovremeno spriječiti deficit esencijalnih teških metala. Nadalje, gnojidbu tla mineralnim i organskim gnojivima treba prilagoditi zahtjevima usjeva i fizikalno-kemijskim karakteristikama tla kako bi se izbjeglo nepotrebno antropogeno zakiseljavanje tala.

Izbor biljne proizvodnje na određenim tlima također je vrlo značajan jer ne treba na kiselim i teškim metalima bogatim tlima uzgajati vrste koje akumuliraju veće koncentracije teških metala u konzumnom dijelu, posebice povrće, krumpir i soju. Manji je transfer teških metala u prehrambeni lanac ako se na takvim tlima uzgajaju žitarice, a naročito kukuruz. Žitarice u prosjeku akumuliraju značajne količine Zn u zrnu što antagonistički smanjuje koncentraciju Cd, a posebice je niska koncentracija Cd u zrnu kukuruza. Međutim, akumulacija Cd i odnos Zn/Cd je sortno svojstvo i razlike između genotipova mogu biti značajne.

Oplemenjivanje usjeva u pravcu stvaranja genotipova selektivne niske akumulacije toksičnih teških metala (prvenstveno Cd i Pb) te visoke akumulacije esencijalnih teških metala (prvenstveno Fe, Zn i Cu), tj. u pravcu biofortifikacije zadatak je genetičara, oplemenjivača, fiziologa i agronoma. Tako su već stvoreni genotipovi s niskom akumulacijom Cd u zrnu, posebice kod durum pšenice (Chan i Hale, 2004.), a određeni su različiti lokusi kvantitavnih svojstava (QTL) za akumulaciju pojedinih teških metala. U Republici Hrvatskoj intenzivnim radom na biofortifikaciji ostvareni su značajni rezultati u određivanju lokusa kvantitavnih svojstava za akumulaciju Zn i Cd u listu kukuruza (Sorić et al., 2011.), P, Mg, Fe i Zn u zrnu kukuruza (Šimić et al., 2011.), te identificirani hibridi kukuruza kod kojih kalcizacija nije smanjila koncentraciju Cd u listu kao kod ostalih hibrida, što je posebno značajno kod uzgoja silažnog kukuruza (Kovačević et al. 2011.). U hrvatskim sortama ozime pšenice (Eđed, 2011.) utvrđen je značajan raspon koncentracija Cd (0,013-0,054 mg kg<sup>-1</sup>) i Zn (17,7 – 35,8 mg kg<sup>-1</sup>) u zrnu, ali i u listu (0,02-0,27 mg Cd kg; 12,8 – 23,0 mg Zn kg<sup>-1</sup>), što je bitna osnova za izbor sorte prikladne određenim svojstvima tla i za proizvodnju kvalitetnije hrane. Lončarić et al. (2011.) navode da svojstva tla i sorta ozime pšenice mogu vrlo značajno utjecati na potencijalni dnevni unos Cd i Pb prehranom. Potrošači u Republici Hrvatskoj dnevno konzumiraju 203 g kruha (Državni zavod za statistiku RH, 2010.), a ukoliko bi to bio kruh od integralnog brašna, unos Cd bio bi 2,31 do 8,44 µg Cd dnevno, ovisno o tlu i sorti pšenice. Pošto pšenica značajno sudjeluje u unosu Cd hranom (45%), navedena je razlika vrlo značajna.

Izbor mjesta uzgoja i vrste povrća također je vrlo značajan jer je previsoka koncentracija Pb (iznad MDK) utvrđena u 13% uzoraka (19 od 147) povrća proizvedenog u vrtovima na urbanim područjima. Najmanji udio otpada na plodovito povrće (6,5%) i lisnato povrće (7%), dok je 26% (12 uzoraka od 46) korjenastog povrća s previsokom koncentracijom Pb (Lončarić, 2011.). Iako niti na jednom lokalitetu nije utvrđena previsoka koncentracija Cd u tlu, ipak je na 2 lokaliteta utvrđena previsoka koncentracija Cd u korjenastom povrću.

Značaj prerade i proizvodnje animalnih proizvoda, te prehrambenih navika može ilustrirati primjer koncentracije Cd, Pb, Hg i Se u različitim organima zeca nakon hranidbe krumpirom uzgajanim na Cd kontaminiranom tlu (Bersényi et al., 1997.). Koncentracija Cd utvrđena u kostima bila je 5, u jetri 17, a u bubrezima čak 106 puta veća nego u mišićnom tkivu. Najveća koncentracija Pb utvrđena je u slezeni, ali je i u bubrezima bila 2,2 puta veća nego u mišićnom tkivu, dok je Hg utvrđena samo u bubrezima. Najviše Se utvrđeno je u jetri i bubrezima, 19 i 7,7 puta više nego u mišićnom tkivu.

### Zaključak

Koncentracija esencijalnih i toksičnih teških metala u ekosustavima kontinuirano se povećava uslijed antropogenih procesa urbanizacije, industrijalizacije, prometa, poljoprivredne proizvodnje i vojnih aktivnosti. Proizvodni i industrijski procesi, te cestovni promet su najznačajniji za depoziciju Zn, Cu, Pb, Hg, Cd i Ni, a termoelektrane za As. Bilanca toksičnih Pb i Cd u agroekosustavu je pozitivna jer su prosječne depozicije veće od količina koje poljoprivredni usjevi iznesu prinosom. Koncentracije Pb i Zn u tlu povećavaju se uglavnom atmosferskom depozicijom, a Cd, As i Ni i agrotehničkim i akrokemijskim mjerama (gnojidba, zaštita, navodnjavanje, kondicioniranje). Unos teških metala fosforim gnojivima ovisi o izvoru sirovih fosfata. Prosječno se unose najveće količine U, V, As i Cr, a najveći je unos Cd fosfatima afričkog porijekla. Značajne količine teških metala mogu se unijeti u tlo i aplikacijom organskih gnojiva, posebice svinjskim (Cd, Zn, Cu) i konjskim stajskim gnojem. Najmanje teških metala unosi se u tlo pilećim gnojivom, ali količine ovise o hranidbi stoke, načinu uzgoja i zrelosti organskih gnojiva. Teški metali unose se i sredstvima za kalcizaciju, ali kalcizacija značajno smanjuje raspoloživost gotovo svih teških metala (do 50%), osim Mo. U provedenim istraživanjima značajno veće količine teških metala u tlu utvrđene su u urbanim područjima u odnosu na ruralna područja, što otvara brojne mogućnosti za proizvodnju zdrave hrane. Posebnu pozornost treba obratiti na uzgoj korjenastog i lisnatog povrća, krumpira i soje u urbanim vrtovima, na površinama opterećenim prometom i industrijalizacijom, te na kiselim tlima s potencijalno visokim koncentracijama teških metala. Očuvanje plodnosti tala, kalcizacija kiselih tala, ekološki primjerena gnojidba, izbor biljnih vrsta i genotipova s povoljnim odnosom akumulacije esencijalnih i toksičnih teških metala, izbor komponenti stočne hrane i animalnih proizvoda s niskom koncentracijom toksičnih teških metala osnovne su mogućnosti poljoprivrednih proizvođača i potrošača hrane u pravcu smanjenja unosa toksičnih teških metala u prehrambeni lanac. Uloga znanstvenika je kreirati genotipove s pozitivnom selektivnom akumulacijom teških metala u konzumnom dijelu biljke.

### Literatura

- Bersényi, A., Hullár, I., Fekete, S., Huszenica, G., Kádár, I., Szilágyi, M., Glávits, R., Mézes, M., Koncz, J. (1997): Feeding effect of potatoes grown up on soil polluted with Cd, Pb, Hg and Se on rabbit. *Mengem und Spurenelemente*. Friedrich Schiller Universität, Jena. 112-117 p.
- Bjerrum, N. Bjerrum's *Inorganic Chemistry*, 3<sup>rd</sup> Danish ed., Heinemann, London (1936).
- Chan, D.Y., Hale, B.A. (2004.): Differential accumulation of Cd in durum wheat cultivars: uptake and retranslocation as source of variation. *Journal of Experimental Botany*. 408; 2571-2579.
- Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske (2010.): *Statistički ljetopis Republike Hrvatske 2010*. Zagreb.
- Duffus, J. H. (2003): "Heavy metals" a meaningless term? *Pure and Applied Chemistry* 74, 5; 793-807.
- Eđed, A. (2011.). *Sortna specifičnost akumulacije kadmija, cinka i željeza u zrnu ozime pšenice (Triticum aestivum L.)*. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. Osijek.
- Falbe, J., Regitz, M. (Eds.). *Roempp Chemie Lexikon*, Georg Thieme, Weinheim (1996).
- He, Z.L., Yang, X.E., Stoffella, P.J. (2005): Trace elements in agroecosystems and impacts on the environment. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* 19; 125-140.
- Hooda, P.S. (1997.): Plant availability of heavy metals in soils previously amended with heavy applications of sewage sludge. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 73: 446-454.

- Intawongse, M., Dean, J. R. (2006.): Uptake of heavy metals by vegetable plants grown on contaminated soil and their bioavailability in the human gastrointestinal tract. *Food Additives and Contaminants*. 23 (1); 36-48.
- Intawongse, M. (2007.): Uptake of heavy metals by vegetable plants grown on contaminated soils, their bioavailability and speciation. Doktorska disertacija. Northumbria University. Newcastle, UK.
- Ivezić, V., Singh, B. R., Almas, A.R., Lončarić, Z. (2011.): Water extractable concentrations of Fe, Mn, Ni, Co, Mo, Pb and Cd under different land uses of Danube basin in Croatia. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Plant Soil Science*. 61 (8): 747-759.
- Kádár, I., Koncz, J. (1993): Effect of traffic and urban-industrial load on soil. *Acta Agronomica Hungarica* 42, 3-4; 155-161.
- Kádár, I., Ragályi, P. (2010): Aerial deposition at two research stations in Hungary. *Agroekmia es talajtan* 59; 65-76.
- Kovačević, V., Šimić, D., Kadar, I., Knežević, D., Lončarić, Z. Genotype and liming effects on cadmium concentration in maize (*Zea mays* L.). *Genetika*. 43, 3. (u tisku)
- Lončarić, Z., Karalić, K., Popović, B., Rastija, D., Vukobratović, M. (2008.): Total and plant available micronutrients in acidic and calcareous soils in Croatia. *Cereal Research Communication* 36 Suppl.; 331-334.
- Lončarić, Z., Popović, B., Karalić, K., Rékási, M., Kovačević, V. (2010.): Regression model for prediction availability of essential heavy metals in soils. In: Gilkes, R.J., Prakongkep, N. (ed.) *Proceedings of the 19<sup>th</sup> World Congress of Soil Science*. IUSS. Brisbane, Australia. Published on DVD: <http://www.iuss.org>: 92-95.
- Lončarić, Z. (2010.): Toksični i esencijalni teški metali u zrnu pšenice na kiselim i karbonatnim tlima Republike Hrvatske. Završno izvješće. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. 2010: 34.
- Lončarić, Z. (2011.): Proizvodnja povrća i prijenos teških metala iz tla u prehrambeni lanac. Završno izvješće. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. 2011: 18.
- Lončarić, Z., Popović, B., Karalić, K., Jurković, Z., Nevistić, A., Engler, M. (2011.): Soil chemical properties and wheat genotype impact on micronutrient and toxic elements content in wheat integral flour. *Medicinski glasnik* (u tisku)
- Nriagu, J.O. (1989.): A global assessment of natural sources of atmospheric trace metals. *Nature* 338; 47-49.
- Padmavathamma, P.K., Li, L.Y. (2007.): Phytoremediation Technology: Hyper-accumulation Metals in Plants. *Water Air Soil Pollut* 184; 105-126.
- Phipps, D.A. Chemistry and biochemistry of trace metals in biological systems. In: Lepp NW, editor. *Effect of heavy metal pollution on plants: effects of trace metals on plant function*, vol. I. London and New Jersey: Applied Sci Publ; 1981. p. 1-54.
- Reichman, S.M. (2002.): The responses of plants to metal toxicity: A review focusing on copper, manganese and zinc. *Australian Minerals & Energy Environment Foundation*. Available from: [http://www.plantstress.com/Articles/toxicity\\_i/Metal\\_toxicity.pdf](http://www.plantstress.com/Articles/toxicity_i/Metal_toxicity.pdf). Accessed 2011 November 21.
- Romić, M., Romić, D. (2003.): Heavy metals distribution in agricultural topsoils in urban area. *Environmental Geology* 43; 795-805.
- Sorić, R., Ledenčan, T., Zdunić, Z., Jambrović, A., Brkić, I., Lončarić, Z., Kovačević, V., Šimić, D. (2011.): Quantitative trait loci for metal accumulation in maize leaf. *Maydica*. (u tisku)
- Stacey, S.P., McLaughlin, M.J., Hettiarachchi, G. M. (2010.): Fertilizer-Borne Trace Element Contaminant in Soils. 136-154. In: Trace elements in soils. Hooda, P.S. (ed.). Wiley. London. UK.
- Šimić, D., Mladenović Drinić, S., Zdunić, Z., Jambrović, A., Ledenčan, T., Brkić, J., Brkić, A., Brkić, I. (2011.): Quantitative Trait Loci for Biofortification Traits in Maize Grain. *Journal of heredity*. (u tisku)
- Teodorović, B., Lončarić, Z., Karalić, K., Popović, B., Rekasi, M., Filep, T., Engler, M., Kerovec, D. (2009): Teški metali u kiselim i karbonatnim tlima istočne Hrvatske. Zbornik sažetaka 44. hrvatskog i 4. međunarodnog simpozija agronoma. Lončarić, Z., Marić, S. (ur.). Poljoprivredni fakultet Sveučilišta u Osijeku, B.EN.A., EurAgEng, ISFAE, ISTRO. Opatija, Hrvatska. 29-30.
- Thornton, I. Metals in the Global Environment-Facts and Misconceptions, ICME, Ottawa (1995).
- Van Kauwenbergh, S.J. (1997.): Cadmium and other minor elements in world resources of phosphate rock. *Proceedings No. 400*. London, The Fertilizer Society.
- Vukobratović, M. (2008.): Proizvodnja i ocjena kvalitete kompostiranih stajskih gnojiva. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. Osijek.
- Wilson, M.A., Burt, R., Indorante, S.J., Jenkins, A.B., Chiaretti, J.V., Ulmer, M.G., Scheyer, J.M. (2008.): Geochemistry in modern soil survey program. *Environ Monit Assess* 139; 151-171.

SA2012\_0002

# Environment and production practice influence on grain quality of maize and sorghum

Stephen C. MASON

University of Nebraska, 279 Plant Science, Lincoln, NE 68583-0915, USA

## Abstract

Desirable grain quality attributes vary depending upon the intended end use of grain. Environment, production practices and genetics are all of importance. Nutritional value of grain is most important for animal feed. Dry mill and alkaline cooked products require hard kernels with low breakage susceptibility and high protein concentration. Grain for these uses would best be produced under dryland conditions with abundant N supply. Wet mill starch extraction is best with soft to intermediate kernel texture, low kernel breakage susceptibility, low protein concentration and high extractable starch concentration. Grain for this use would best be produced under irrigated conditions with relatively low N supply. Grain for ethanol would require similar production environments.

Key words: kernel hardness, kernel breakage susceptibility, starch viscosity, nutritional value

## Introduction

### Maize and Sorghum Grain Use in the United States

Uses of grain in the United States have changed greatly with adoption of use of maize and sorghum grain for fuel ethanol production during the last 15 years (USDA-ERS/FAS, 2011). Fuel ethanol production is the largest use of maize grain, and the second largest use of sorghum grain (Table 1). Livestock feed remains an important end use of these grains with approximately equal use as feed for ruminant (beef and dairy) and monogastric (swine and poultry) animals (Capehart and Allen, 2011). Fuel ethanol by-products (distillers grains, gluten feed) have become important livestock feed sources for ruminant animals (Erickson et al., 2010), but due to the higher fiber concentration can only be fed to 30% of swine rations (Stein, 2008) and 15% of poultry rations (Bregendahl, 2008). Export markets are important for all three grains; however this is the largest end use of sorghum (Capehart and Allen, 2011). Thus, attributes associated with maintenance of grain quality through export handling and shipping in addition to those attributes desired for each end use is important.

Grain production in the United States during the past decade has split into two distinctly different paths: commodity production with emphasis on increases in farm size and grain yields to reduce per unit production cost; and production of specialty grain requiring special management practices with producers receiving a premium price. The grain handling system in the United States has been developed to handle large volumes of grain with wide spread comingling of grain from different sources and relatively minor attention to delivering superior quality grain beyond grain moisture and test weight. Due to this, specialty grain production is usually done under “buyers call” contracts with stipulations for superior quality grain. In order to meet these requirements, most grain is stored on-farm until delivery is requested by the buyer, dried without addition of heat (natural air drying), and handled with care to prevent contamination of grain. The development of these specialty grain markets has driven my research efforts to better understand the influence of environment and production practices on grain quality for use as dry-milled and alkaline-cooked food products, wet-milled starch extraction and for maintenance of quality during handling and shipping. In addition, efforts have been made to extrapolate the information generated to livestock feed and fuel ethanol production.

## Environment and production practice influence on grain quality of maize and sorghum

**Table 1. Utilization of maize, sorghum and wheat grain in the United States, 2009-2010.**

Crop	Livestock Feed,%	Dry Mill (Human Food),%	Wet Mill (Starch),%	Fuel Ethanol,%	Export,%
Maize	37	2	8	40	13
Sorghum	35			24	42

Source: Capehart and Allen (2010)

**Table 2. Attributes desired for different end uses of maize and sorghum grain.**

Monogastric Feed	Ruminant Feed	Wet Mill (Starch Extraction)	Dry Mill and Alkaline Cooked Food Products	Fuel Ethanol
High Digestible Energy (Starch, Lipid)	High Digestible Energy (Starch, Protein, Fiber, Lipid)	High Extractable Starch	Hard Endosperm	High Fermentable starch
High Starch Concentration	Rapid, But Not Too Rapid Starch Digestion (Acidosis)	Intermediate or Soft (Uniform Steeping)	Low Breakage Susceptibility (Brittleness)	High Starch Concentration
High Lipid Concentration	High Mineral Concentration	Low Breakage Susceptibility and Stress Cracks	Low Percentage Stress Cracks	Low Kernel Breakage
Essential Amino Acid Concentration and Bioavailability		Starch – Protein Density Differences (Protein – Starch Separation)	Easy Pericarp Removal	Low Protein Concentration
High Mineral and Vitamin Concentrations and Bioavailability		Low Protein	Low Mycotoxin Concentrations	Protein Easy to Degrade
Low Mycotoxin Concentration		High Lipid		

### Desirable Grain Characteristics

Desirable grain attributes for livestock feed are primarily nutritional, largely physical properties for dry milling and alkaline cooked products, and characteristics related to starch separation/fermentation for wet milling and fuel ethanol uses (Table 2). Grain is largely fed to livestock as an energy source, which mainly comes from starch which makes up approximately 70% of the grain endosperm. Other energy sources include lipid which is largely present in the germ, and for ruminant animals, also fiber and protein. In the rumen of ruminant animals, starch, protein and fiber are broken down into volatile fatty acids which are taken up as the primary energy source. If starch is digested too rapidly, the rumen pH decreases creating acidosis which reduces animal uptake of feed (or in extreme cases leads to death), however if the starch is too resistant to digestion then it passes through the digestive system. Bacteria in the rumen manufacture high quality bacterial protein and water soluble vitamins which are digested and taken up in the small intestine. Rumen activity also reduces problems with mycotoxins and increases bioavailability of minerals. In contrast, monogastric animals require a balance of the 10 essential amino acids, and adequate levels of vitamins and minerals in the diet, and are quite susceptible to the presence of mycotoxins in feed.

In dry milling, the grain is tempered to facilitate removal of the pericarp and germ. The germ provides a high-valued oil by-product, and lipid removal increases the palatability and storability of food products made from the endosperm. For maize, the high value products are grits (large pieces of endosperm) used to make breakfast cereals and also as an adjunct in beer fermentation. Meal and flour are used for baking and other food products, but these products are of much lower economic value. Although dry-milled products are largely used to make human food products, the nutritional value is of relatively small economic importance, thus the physical properties of the grain are usually most important. Hard endosperm grain with low percent stress cracks and low kernel breakage susceptibility is desired (Shandera et al., 1997). Since food products are consumed by humans, a low level of mycotoxins is important. Alkaline cooking to make Central America food products is a very different process than dry milling, but the same desired grain quality attributes as dry milling, plus easy pericarp removal is important for sheeting of tortillas (Johnson et al., 2010).

In wet milling, the grain is steeped, germ removed and the remaining components of the grain are ground, screened to remove the pericarp, and centrifuged to separate the protein and starch. The lipid is removed from the germ as a high value by-product, and the protein separated from the starch is also a high value by-product used as a component of pet food. Uniform steeping is important to produce a high percentage of extractable starch, so low percent stress cracks, low breakage susceptibility and having soft to intermediate endosperm hardness is important. Low percent protein with large density differences between the protein and starch assists with separation of the starch and protein. Desired attributes for fuel ethanol production are similar to wet milling, except a high percent fermentable starch, rather than extractable starch, with low protein concentration (Fox et al., 1992) that degrades easily during fermentation allowing liberation of the starch for fermentation to take place.

Grain hardness is commonly measured by bulk density (test weight), true density and tangential abrasive dehulling device (TADD) removal, and the Stenvert hardness test; and grain breakage susceptibility (brittleness) using the Wisconsin breakage tester and/or counting visible stress cracks of grain on a light table. Nutrient analysis provides base information about nutritional value of grain, but the actual performance of animals provides a more comprehensive evaluation. Research finding using these procedures will be presented below to document the influence of environment and production practice on grain quality, and related to the desirable attributes for different end uses.

## **Environment and Production Practice Influence on Grain Hardness and Brittleness**

### **Environment – Year, Location and Water Regime**

The most comprehensive study on environment influence on grain hardness was conducted with grain sorghum across 12 production environments in Nebraska (Griess et al. 2010). Variation indicated that environment had a 60+ times greater effect on kernel hardness than genotype and that the environment by-genotype interaction accounted for less than 2% of the total variation. Bulk and true densities were greater and TADD removal less in 2005 than in 2004 (Table 6) indicating harder kernels were produced in 2005. This was likely due to warmer temperatures and higher potential evapotranspiration in 2005 than in 2004, consistent with other research that has shown production of harder kernels when more water and/or heat stress is present (Johnson et al, 2010; Taylor et al., 1997). Similar results have been reported for maize (Bauer and Carter, 1986; Kniep and Mason, 1989).

Eastern Nebraska Dryland with Low N environments in 2004 and 2005 produced kernels that were less dense than other environments, more so in 2004 when N was more limiting than in 2005. This environment also had the lowest bulk density and highest TADD removal. West Central Nebraska and Central Nebraska - Hebron Dryland environments in 2005 produced kernels with the smallest TADD removals (i.e. hardest kernels). These two environments had the highest average temperatures in August, during the early grain fill growth stage. Dryland environments produced grain with greater bulk density, but similar true density and TADD removal with irrigated environments. Other research with sorghum and maize has shown that kernel density is greater under dryland conditions than irrigated conditions, and that increased N rate increases kernel density (Taylor et al., 1997; Kniep and Mason, 1989; Bauer and Carter, 1986; Duarte et al. 2005). Johnson et al. (2010) found harder sorghum kernels produced under hotter and drier Texas growing conditions than in Kansas and Nebraska. Kniep and Mason (1989) and Bauer and Carter (1986) studied year and water regime influences on maize hardness and breakage susceptibility. Averaged across three years, irrigation (with higher plant populations) increased the kernel breakage susceptibility and decreased the true density, indicating that irrigation resulted in production of softer, more brittle grain. Only small year effects were found. Duarte et al. (2005) also found only small differences in grain hardness and breakage susceptibility across two dryland environments and years in Brazil.

### **Nitrogen Supply, Crop Rotation and Cultural Practices**

Nitrogen fertilizer application is usually required to optimize maize grain yields and tends to improve the physical grain quality in maize by increasing kernel weight and density (Bauer and Carter, 1986; Kniep and Mason, 1989), and protein and zein concentrations (Oikeh et al., 1998; Manokumar et al., 1978) while decreasing breakage susceptibility (Kniep and Mason, 1989). Increasing N supply to maize plants increases zein concentrations in the endosperm, thus creating harder and more translucent grain (Tsai et al., 1984;

Tsai et al., 1992). Duarte et al. (2005) found that increasing N rates from zero to 180 kg ha<sup>-1</sup> increased grain yield, protein concentration, Stenvert hardness test results while reducing TADD removal and breakage susceptibility of grain produced in three Brazilian production environments. Kniep and Mason (1989) and Sabata and Mason (1992) found that increasing N rates increased true density and reduced kernel breakage susceptibility of maize grain.

Kaye et al. (2007) studied the influence of soybean crop rotation, manure and N application on the grain quality of sorghum. Nitrogen supply increase, whether from rotation with soybean, manure or fertilizer, increased the grain protein concentration greatly, test weight and true density by a small amount, while decreasing the TADD removal greatly. They concluded that crop rotation, manure and fertilizer application altered grain hardness, and are important factors to produce grain with desirable quality attributes for dry milling and alkaline cooking products. Griess et al. (2010) found that low N application reduced sorghum yield and grain hardness. When N supply was intermediate, grain produced was soft with high starch concentration and low protein concentration, ideal grain quality for ethanol fermentation.

In addition to N supply, Bauer and Carter (1986) studied the effects of plant population and delayed planting on breakage susceptibility. They found that each 10-day delay in planting date increased breakage susceptibility by 1.6%, and for each 2.0 plant m<sup>-2</sup> increase in plant population breakage susceptibility increased 1.5 to 2.0%.

### Grain Drying

Although extreme grain handling can result in production of stress cracks leading to breakage, grain drying is by-far the most important. Research has shown that drying grain at high temperatures (Paulsen et al., 1983; Weller et al., 1990; Gunasekaran and Paulsen, 1985), with high moisture concentration (Weller et al., 1990), and cooling dried grain rapidly (Kim et al., 2002) are the major causes of formation of stress cracks which with handling lead to breakage. Little relationship between breakage susceptibility and grain hardness occurs unless stress cracks are already present, and then breakage susceptibility is greater for hard than soft kernels (Weller et al., 1988).

### Environment and Production Practice Influence on Starch Viscosity Properties and Extractable Starch

Rapid Visco Starch Analysis (RVA) relates biochemical components to grain hardness (Fox and Manley, 2009; Almeida-Dominguez et al., 1997). This method measures the viscosity developed during hydration and subsequent gelatinization of starch granules during heating and stirring in excess water (Almeida-Dominguez et al., 1997), including pasting temperature when gelatinization begins and the peak viscosity at full gelatinization (Fig. 1). When held at maximum temperature and stirred, the starch molecules become oriented (shear thinning) and the viscosity declines to the trough viscosity (holding strength). The difference between peak and trough viscosity is termed breakdown viscosity. These starch viscosity properties help predict the functionality of food products. High peak, final and setback viscosities have been associated with high ethanol yield from sorghum grain (Zhao et al., 2008), high pasting temperature with the need for intensive cooking to produce high consumable alcohol yields (Agu et al., 2006), and low peak viscosity with softer endosperm grain, having greater expansion during cooking, and production of less-stiff porridge (Taylor et al., 1997).

Griess et al. (2011) studied rapid visco starch analysis (RVA) properties of sorghum grain produced by 16 genotypes in 12 environments. Environment, genotype and environment-by-genotype interaction effects were present for all RVA parameters. However, environment accounted for 71 to 85% of the total variation, hybrid accounted for 11 to 23% and the environment-by-genotype interaction for only 1 to 3%. Protein concentrations were greater in more stressful production environments (i.e. low N and water limiting), while starch concentrations were higher in less stressful production environments (i.e. moderately limiting to adequate N, irrigated) consistent with the expected inverse relationships between protein concentration and starch (McDermitt and Loomis, 1981; Kaye et al., 2005).

Identifying environments producing grain with consistent cooking and pasting properties would require food processors to make only minor adjustments to maximize the quality of the final product (Tester and Karkalas, 2001). All viscosity parameters and pasting temperature of grain had a wide range across environments, while the variation in peak time was less. Peak and breakdown viscosities were greater for

grain produced in 2004 than in 2005, while all other RVA parameters were greater for grain produced in 2005. The 2005 growing season had higher temperatures and potential evapotranspiration than 2004, and produced more dense grain (Griess et al., 2010), and starch concentrations were lowest. Peak and trough viscosities, pasting temperature and starch concentration of grain were greater under irrigated than under dryland water regimes, consistent with the results of Taylor et al. (1997).

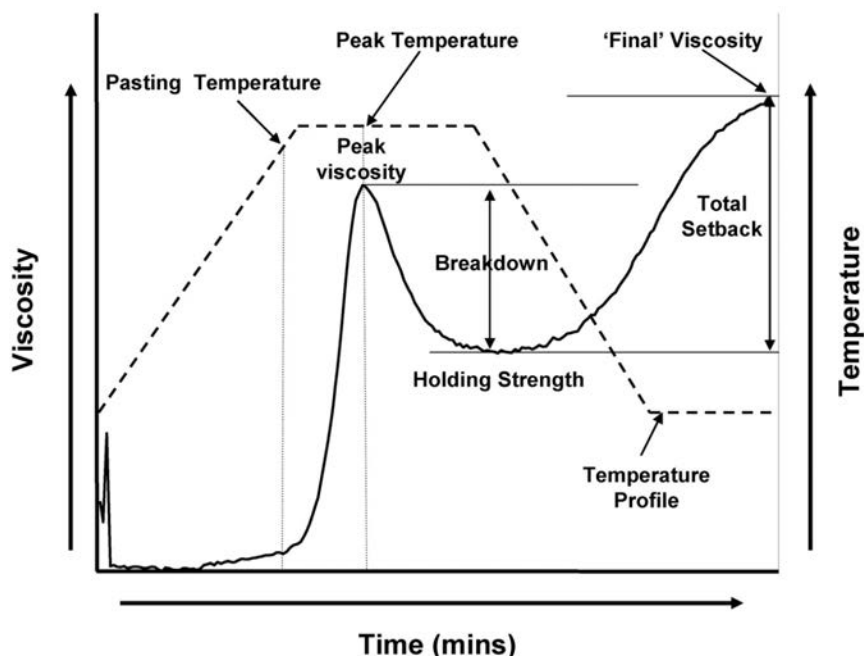


Figure 1. Rapid Visco Starch Analysis (RVA) profile (Adapted from Agu et al., 2006).

The West Central Nebraska 2005 environment, the most stressful environment, produced grain with high protein and low starch concentrations, and the lowest peak, trough, breakdown, final and setback viscosities, and relatively high peak time and intermediate pasting temperature (Griess et al., 2011), and produced the densest grain (Griess et al., 2010). This indicated that starch granules in the flour from this environment hydrated more slowly due to the thick protein matrix surrounding the starch granules, took longer to gelatinize, the flour slurry was less stable during shear-force thinning, and aligned starch molecules did not re-associate well with each other. Grain produced in this environment would therefore be well suited for food products made by dry milling (Shandera et al., 1997) or alkaline cooking (Almeida-Dominguez et al., 1997; Johnson et al., 2010).

In contrast, the Central Nebraska - Hebron Dryland 2004, Central Nebraska - Clay Center irrigated 2004, and Eastern Nebraska Dryland Low N 2005 environments produced grain with the highest peak, trough, breakdown and final viscosities, and high setback viscosities, and low pasting temperatures (Griess et al., 2011). These environments produced grain with low protein concentrations and soft kernels (Griess et al., 2010). These results suggest that these three environments produced grain useful for processed and canned products (Beta et al., 2000), porridge (Taylor et al., 1997), fuel ethanol (Zhao et al., 2008; Wu et al., 2007) and/or consumable alcohol (Agu and Palmer, 1998, Agu et al., 2006).

Few studies have been conducted specifically to study the effects of environment or production practices on extractable starch, the high-value end product of wet milling. Mason and D'Croz-Mason (20002) reported that the greatest extractable starch differences were due to year, while 1.6% difference was due to hybrid, 1.0% due to plant population and 0.3% due to water regime. High plant populations, irrigation and high rainfall years increased the extractable starch production.



### Environment and Production Practice Influence on Nutritional Value - Protein and Amino Acid Balance

Environments and production practices that result in high grain yields also produces grain with high starch concentration and low protein concentration (McDermitt and Loomis, 1981). This inverse relationship between yield and protein concentration has been shown for maize (Vyn and Tollenaar, 1998; Duarte et al., 2005; Kniep and Mason, 1991; Sabata and Mason, 1992; Mason and Sabata, 1995) and sorghum (Kaye et al., 2005; Griess et al., 2010; Griess et al., 2011). The negative relationship between protein concentration and grain yield is partly associated with the higher glucose cost for synthesis of protein than carbohydrates (Penning de Vries et al, 1975).

Nitrogen supply increases due to fertilizer or manure application, or crop rotation with a legume increase grain and protein yields, and often increase the protein concentration of maize (Kniep and Mason, 1991; Sabata and Mason, 1992; Tsai et al., 1983; Tsai et al, 1992; Duarte et al., 2005) and sorghum (Kaye et al., 2005; Griess et al., 2010; Griess et al., 2011). Tsai et al. (1983) suggested that protein concentration of maize grain increases with N supply due to preferential deposition of zein over other endosperm proteins. Higher N rates are required to maximize grain protein concentration than grain yield (Sander et al., 1987).

As the protein concentration of maize increases, the protein zein makes up an increasing proportion of the protein (Tsai et al., 1992) leading to grain that is harder, less brittle and more translucent. Likewise in sorghum, the protein kafrin makes an increasing proportion. Since zein and kafrin proteins have low concentrations of the limiting essential amino acids lysine and tryptophan, the biological value of the protein is decreased. Kniep and Mason (1991) found that irrigation increased maize grain yield, reduced protein concentration, and increased the percent lysine of protein. Increased N supply increased grain yield, protein concentration and reduced percent lysine of protein. The grain from this study was used in a rat feeding study, and found that rats fed grain from irrigated plots had greater and more efficient rates of gain, while those fed grain with high N supply had lower and less efficient rates of gain (Hancock et al., 1988). Irrigation appears to have a positive effect on maize grain amino acid balance, while N supply has a negative effect (Mason and D'Croz-Mason, 2002) on the essential amino acid concentrations of lysine, tryptophan, and threonine (Rendig and Broadbent, 1979).

### Conclusion

Grain yield is important for all end uses of grain, as this ultimately influences the cost per unit of feedstuff or feed stock for all end uses. If yield is equal, then the presence of the desired quality grain attributes becomes of utmost importance in producing high-value end products of meat, meat and eggs; starch; dry mill and alkaline cooked food products; and fuel/consumable alcohol. Environment is the largest factor influencing grain quality, but production practices and genetics is also of importance.

For monogastric animals, the key is to produce grain with high amounts of digestible starch and oil, and a balance of essential amino acids. In general, this is best accomplished with irrigation and a relatively low N supply, which produces a less dense, more digestible grain with better amino acid balance. Ruminant animals have less exacting requirements due to fermentation of feedstuffs in the rumen. Highest rate of gain occurs with soft grain that digests completely and rapidly, however, if starch is digested too rapidly, acidosis can reduce gains and in extreme cases, lead to animal death.

Dry mill and alkaline cooked products require hard kernels with low breakage susceptibility, which are correlated with high protein concentration. Ideally grain for these uses would be produced under dryland conditions with abundant N supply. Wet mill starch extraction is best with softer kernel texture, low kernel breakage susceptibility, low protein concentration and high extractable starch concentration. Ideally this grain would be produced under irrigated conditions with relatively low N supply. Fuel and consumable ethanol would require similar production environments to wet milling, but in this case, the key is liberation of starch from the protein matrix so that fermentation can occur. For all end uses, the grain should be dried with natural air or very low heat in order to minimize production of stress cracks and thus, increasing kernel breakage susceptibility. Breakage susceptibility generates dust which is harmful to animals, causes uneven steeping in wet milling and alkaline cooking, loss of product in screening before milling and ethanol production, all reducing the quantity of high value product produced. Transportation of grain through the export stream is a physically demanding process, thus production environment, grain drying and handling, and genetics are all important to produce grain that maintains integrity throughout the export channel.

## References

- Agu, R.C. and G.H. Palmer. 1998. A reassessment of sorghum for lager-beer brewing. *Bioresource Technology* 66:253-261.
- Agu, R.C., T.A. Gringhurst and J.M. Brosnan. 2006. Production of grain whiskey and ethanol from wheat, maize and other cereals. *Journal of Industrial Brewing* 112:314-323.
- Almeida-Dominguez, H.D., E.L. Suhendro and L.W. Rooney. 1997. Factors affecting rapid visco analyser curves for determination of maize kernel hardness. *Journal of Cereal Chemistry* 25:93-102.
- Bauer, P.J. and P.R. Carter. 1986. Effect of seeding date, plant density, moisture availability, and soil nitrogen fertility on maize kernel breakage susceptibility. *Crop Science* 17:421-425.
- Bregendahl, K. 2008. Use of distiller's co-products in diets fed to poultry, p. 99-133. IN Babcock, B.A., D.J. Hayes and J.D. Lawrence (eds). *Using Distillers Grains in the U.S. and International Livestock and Poultry Industries*. Midwest Agribusiness Trade Research and Information Center (MATRIC), Center for Agricultural and Rural Development, Iowa State University, Ames, IA, U.S.A.
- Beta, T. and H. Corke. 2001. Noodle quality as related to sorghum starch properties. *Cereal Chemistry* 78:417-420.
- Bullock, D.G., P.L. Raymer and S. Savage. 1989. Variation of protein and fat concentration among commercial corn hybrids grown in the southeastern USA. *Journal of Production Agriculture* 12:157-160.
- Capehart, T. and E. Allen. 2010. Feed Outlook. FDS-11K, Economic Research Service, United States Department of Agriculture. Washington, D.C. available at <http://www.ers.usda.gov>.
- Duarte, A.P., S.C. Mason, D.S. Jackson and J. de C. Kiehl. 2005. Grain quality of Brazilian maize genotypes as influenced by nitrogen level. *Crop Science* 45:1958-1964.
- Erickson, G.E., C.D. Buckner and T.J. Klopfenstein. 2010. Feeding Corn Milling Co-Products to Feedlot Cattle. Nebraska Corn Board and University of Nebraska, Lincoln, NE 68583, U.S.A.
- Fox, G. and M. Manley. 2009. Hardness methods for testing maize kernels. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 53:5647-5657.
- Fox, S.R., L.A. Johnson, C.R. Hurburgh Jr., C.R. Dorsey-Redding and T.B. Bailey. 1992. Relations of grain proximate composition and physical properties to wet-milling characteristics of maize. *Cereal Chemistry* 69:191-197.
- Griess, J.K., S.C. Mason, D.S. Jackson, T.D. Galusha, M. Yaseen and J.P. Pedersen. 2010. Environment and hybrid influences on food-grade sorghum grain yield and hardness. *Crop Science* 50:1480-1489.
- Griess, J.K., S.C. Mason, D.S. Jackson, T.D. Galusha, J.P. Pedersen and M. Yaseen. 2011. Environment and hybrid influences on rapid-visco-analysis flour properties of food-grade grain sorghum. *Crop Science* 51:1757-1766.
- Gunasekaran, S. and M.R. Paulsen. 1985. Breakage resistance of corn as a function of drying rates. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers* 28:2071-2076.
- Hancock, J.D., E.R. Peo Jr, A.J. Lewis, K.R. Kniep and S.C. Mason. 1988. Effects of irrigation and nitrogen fertilizer of normal and high lysine corn on protein utilization by the growing rat. *Nutritional Reports International* 38:413-422.
- Johnson, W.B., W.S. Ratnayake, D.S. Jackson, K. Lee, T.J. Herrman, S.R. Bean and S.C. Mason. 2010. Factors affecting the alkaline cooking performance of selected corn and sorghum hybrids. *Cereal Chemistry* 87:524-531.
- Kaye, N.M., S.C. Mason, D.S. Jackson and T.D. Galusha. 2007. Crop rotation and soil amendment alters sorghum grain quality. *Crop Science* 47:722-729.
- Kim, T.H., L.U. Opara, J.G. Hampton, A.K. Hardacre and B.R. Mackay. 2002. The effects of grain temperature on breakage susceptibility in maize. *Biosystems Engineering* 82:415-421.
- Kniep, K.R. and S.C. Mason. 1989. Kernel breakage and density of normal and opaque-2 maize grain as influenced by irrigation and nitrogen. *Agronomy Journal* 29:158-163.
- Kniep, K.R. and S.C. Mason. 1991. Lysine and protein content of normal and opaque-2 maize grain as influenced by irrigation and nitrogen. *Agronomy Journal* 31:177-181.
- Manokumar, B.P., P. Gerstenkorn, H. Zwingelberg and H. Bolling. 1978. On some correlations between grain composition and physical characteristics to the dry milling performance of shelled corn. *Journal of Food Science and Technology* 15:1-6.

- Mason, S.C. and R.J. Sabata. 1995. Water regime and nitrogen impact on maize grain yield, quality, and soil nitrate. *Agronomy (Trends in Agricultural Science)* 3:5-10.
- Mason, S.C. and N.E. D'Croz-Mason. 2002. Agronomic practices influence maize grain quality. *Journal of Production Agriculture* 5: 75-91.
- McDermitt, D.K. and R.S. Loomis. 1981. Elemental composition of biomass and its relation to energy content, growth efficiency, and growth yield. *Annals of Botany* 48:275-290.
- Oikeh, S.O., J.G. Kling and A.E. Okoruwa. 1998. Nitrogen management effects on maize grain quality in West African moist savanna. *Crop Science* 38: 1056-1061.
- Paulsen, M.R., L.D. Hill, D.G. White and F.F. Sprague. 1983. Breakage susceptibility of corn-belt genotypes. *Transactions of the Society of Agricultural Engineers* 26:1830-1841.
- Penning de Vries, F.W.T., A.H.M. Brunsting and H.H. van Laar. 1974. Products, requirements and efficiency of biosynthesis: A quantitative approach. *Journal of Theoretical Biology* 45:339-377.
- Rendig, V.V. and F.E. Broadbent. 1979. Proteins and amino acids in grain of maize grown with various levels of N. *Agronomy Journal* 71:509-512.
- Sabata, R.J. and S.C. Mason. 1992. Corn hybrid interactions with soil nitrogen level and water regime. *Journal of Production Agriculture* 5:137-142.
- Sander, D.H., W.H. Allaway and R.A. Olson. 1987. Modification of nutritional quality by environment and production practices, p. 45-82. IN Olson, R.A. and K.J. Frey (eds), *Nutritional Quality of Cereal Grains: Genetics and Agronomic Management*. American Society of Agronomy, Madison, WI, U.S.A.
- Shandera, D.L., D.S. Jackson and B.E. Johnson. 1997. Quality factors impacting processing of maize dent hybrids. *Maydica* 42:281-289.
- Stein, H.H. 2008. Use of distiller's co-products in diets fed to swine, p.79-97. IN Babcock, B.A., D.J. Hayes and J.D. Lawrence (eds). *Using Distillers Grains in the U.S. and International Livestock and Poultry Industries*. Midwest Agribusiness Trade Research and Information Center (MATRIC), Center for Agricultural and Rural Development, Iowa State University, Ames, IA, U.S.A.
- Taylor, F.R.N., J. Dewar, J. Taylor and R.F. von Ascheraden. 1997. Factors affecting the porridge-making quality of South African sorghums. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 73:464-470.
- Tester, R.F. and J. Karkalas. 2001. The effects of environmental conditions on the structural features and physio-chemical properties of starch. *Starch/Starke* 53:513-519.
- Tsai, C.Y., H.L. Warren, D.M. Huber and R.A. Bressan. 1983. Interactions between the kernel N sink, grain yield and protein nutritional quality of maize. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 34:255-263.
- Tsai, C.Y., D.M. Huber, D.V. Glover and H.L. Warren. 1984. Relationship of N deposition to grain yield N responses of three maize hybrids. *Crop Science* 24:277-281.
- Tsai, C.Y., I. Dweikat, D.M. Huber, and H.L. Warren. 1992. Interrelationship of nitrogen nutrition with maize (*Zea mays* L.) grain yield, nitrogen use efficiency and grain quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 58:1-8.
- USDA-ERS/FAS. 2011. World Agricultural Supply and Demand Estimates. Nov. 9, 2011, Washington, D.C. On-line at <http://www.usda.gov>.
- Vyn, T.J. and M. Tollenaar. 1998. Changes in chemical and physical quality parameters of maize grain during three decades of yield improvement. *Field Crops Research* 59:135-140.
- Weller, C.L., M.R. Paulsen and M.P. Steinberg. 1988. Correlation of starch recovery with assorted quality factors of four corn hybrids. *Cereal Chemistry* 65:392-397.
- Weller, C.L., M.R. Paulsen and M.P. Steinberg. 1990. Stress cracking and breakage susceptibility as affected by moisture content at harvest for four yellow dent corn hybrids. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers* 33:863-869.
- Wu, X., R. Zhao, S.R. Bean, P.A. Seib, J.S. McLaren, R.L. Madl, M. Tuinstra, M.C. Lenz and D. Wang. 2007. Factors impacting ethanol production from grain sorghum in the dry-grind process. *Cereal Chemistry* 84:130-136.
- Zhao, R., S. Bean, X. Wu and D. Wang. 2008. Assessing fermentations quality of grain sorghum for fuel ethanol production using rapid visco-analyzer. *Cereal Chemistry* 85:830-836.

**sa2012\_0003**



Croatian <sup>47</sup>  
*sa*  
2012 <sub>7</sub> International  
Symposium on  
Agriculture

Section

# 1 Proceedings

Agroecology and Ecological Agriculture

47  
Hrvatski

7  
Međunarodni  
Sympozij  
Agronoma

## Zbornik radova

Agroekologija i ekološka poljoprivreda



# Ispiranje nitrata pri gnojidbi kukuruza različitim dozama dušika

Aleksandra BENSA, Zdravka SEVER ŠTRUKIL, Vedran RUBINIĆ, Tonka NINČEVIĆ

Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska,  
(e-mail: abensa@agr.hr)

## Sažetak

Cilj rada bio je utvrditi utjecaj različite gnojidbe dušičnim gnojivima na ispiranje nitrata iz tla pri uzgoju kukuruza. Istraživanje je provedeno u Kotoribi tijekom 2008. i 2009. godine na močvarno glejnom tlu. Povećanje gnojidbe (50–200 kg N/ha) rezultiralo je očekivanim porastom koncentracija nitrata u oraničnom sloju tla (0,06 do 4,35 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/100 g tla), uz signifikantno najviše koncentracije na najjače gnojenoj varijanti. Koncentracije nitrata u procjednoj vodi varirale su od 0,2 do 105,1 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l ovisno o gnojidbi, oborinama, te fenofazi kukuruza. Porastom gnojidbe, raslo je i ispiranje nitrata od 1,18 do 3,69 kg NO<sub>3</sub>-N/ha, kao i prinosi suhog zrna kukuruza od 6,6 do 12,3 t/ha.

Ključne riječi: nitrati, ispiranje, gnojidba, kukuruz

## Nitrate leaching under different fertilization of maize

### Abstract

The objective of this study was to determine the effect of different nitrogen fertilizers on leaching of nitrates from soil during maize production. A field trial was conducted in Kotoriba, in the period 2008–2009 on Eugley. Increase in applied fertilizer rates (50–200 kg N/ha) led to an expected increase in the nitrate concentration in the arable soil layer (0.06–4.35 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/100g soil) with significantly highest concentrations on variant fertilized with 200 kg N/ha. Nitrate concentrations in percolated water varied in range 0.20–105.13 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l, in dependance of fertilization, precipitation and stage of growth of maize. Increased nitrogen fertilization of maize was accompanied by an increase in nitrogen leaching (1.18 to 3.69 kg NO<sub>3</sub>-N/ha) as well as increase in maize yields (6.6 to 12.3 t/ha).

Key words: nitrate, leaching, fertilization, maize

### Uvod

Intenzivna poljoprivredna proizvodnja dovela je do brojnih promjena u okolišu, odrazivši se na onečišćenje agroekosustava, te kontaktnih ekosustava. Ispiranje nitrata javlja se kao jedan od glavnih problema agrikulturnih površina zbog velikog ekološkog i ekonomskog značaja. Na proces ispiranja nitrata iz tla najviše utječu raspored i intenzitet oborina, značajke tla, usjev odnosno faza razvitka usjeva, evapotranspiracija, te gnojidba dušikom. Stoga je bitno pravovremeno primijeniti one količine gnojiva koje neće dovesti do značajnijih gubitaka nitrata ispiranjem u podzemne vode, a istovremeno će dati zadovoljavajući prinos. U tu svrhu postavljeni su ciljevi ovog istraživanja a) utvrditi utjecaj različite gnojidbe kukuruza dušičnim gnojivima na dinamiku nitrata u oraničnom sloju tla i procjednim vodama tijekom vegetacije kukuruza, b) izračunati godišnje ispiranje nitrata iz rizosfernog sloja tla, te c) utvrditi prinose kukuruza uslijed rastuće gnojidbe dušikom.

## Materijali i metode

Istraživanje je provedeno tijekom 2008. i 2009. godine na usjevu kukuruza, hibrid A24, na močvarno glejnom tlu, u Kotoribi. Poljski pokus bio je postavljen po slučajnom bloknom rasporedu, s četiri razine gnojidbe dušikom (50, 100, 150 i 200 kg N/ha), u tri ponavljanja. Za gnojidbene tretmane u 2008. godini korišteno je 700 kg/ha NPK 7:20:30 u osnovnoj gnojidbi (18.04.2008.), na svim varijantama pokusa, te prihrana KAN-om (0, 50, 100 i 150 kg N/ha) izvršena 03.06.2008. godine. U 2009. godini osnovna gnojidba provedena je 16.04.2009. s 300 kg/ha NPK 7:20:30 i 61 kg/ha UREA (50 kg N/ha), a prihrana KAN-om (0, 50, 100 i 150 kg N/ha) 04.06.2009. Tijekom obje godine istraživanja uzorkovanje tla provedeno je prije sjetve kukuruza, 60 dana nakon sjetve, te u berbi kukuruza. Tenziometarski lizimetri za sakupljanje procjedne i dijela fiziološki aktivne vode u tlu postavljeni su na dubini od 60 cm. Nitrati u tlu određeni su pomoću kompleksa žute boje fenoldisulfonskom kiselinom, (USDA-SCS-NSCS, 1992), a nitrati u tlu standardnom APHA metodom (1992). Koncentracije nitrata u tlu i vodi određene su spektrofotometrijski. Prinos zrna kukuruza preračunat je na 14 % vlage. Podaci su statistički obrađeni analizom varijance. Prema podacima agrometeorološke postaje Čakovec, godišnja količina oborina u 2008. godini iznosila je 663,3 mm, a u 2009. godini 751,7 mm, što je ispod višegodišnjeg prosjeka (843,1 mm) za razdoblje 1971.–2000.

## Rezultati i rasprava

Prosječne koncentracije nitrata u oraničnom sloju tla varirale su od 0,34 do 2,79 mg  $\text{NO}_3^-/100$  g tla tijekom 2008. godine, dok je u 2009. godini utvrđen raspon 0,06–4,35 mg  $\text{NO}_3^-/100$  g tla. Gnojidba dušikom u značajnoj je mjeri utjecala na povećanje koncentracija nitrata od 2,79, odnosno 3,17 mg  $\text{NO}_3^-/100$  g tla na varijanti gnojenoj s ukupno 200 kg N/ha, u odnosu na ostale varijante gnojidbe. U 2009. godini statistički značajne razlike u sadržaju nitrata različitih varijanti gnojidbe javljaju se i u listopadu pri čemu je varijanta gnojena sa 100 kg N/ha imala značajno manje nitrata od varijante gnojene s 200 kg N/ha uz  $p=1\%$ , dok su na varijantama 50 i 150 kg N/ha utvrđene signifikantno manje koncentracije nitrata od varijante 200 uz 5% pogreške, tablica 1.

Tablica 1: Prosječni sadržaj nitrata u oraničnom sloju tla obzirom na različitu gnojidbu dušikom, 2008. i 2009. godina

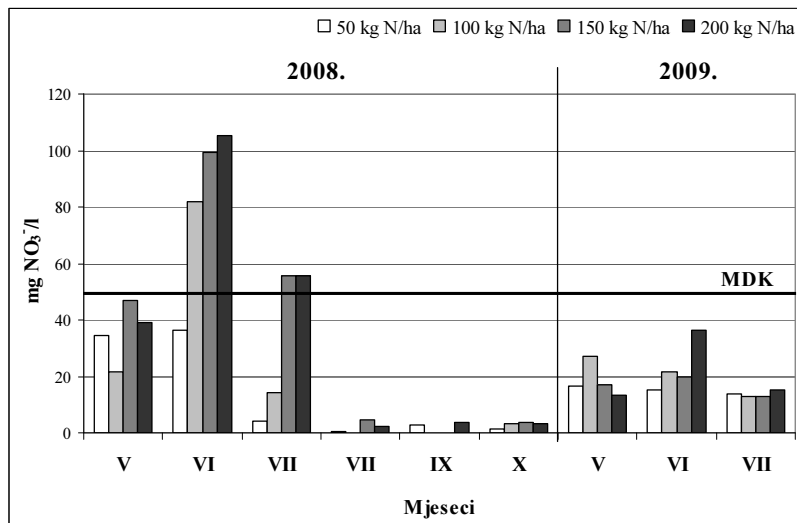
Varijanta gnojidbe, kg N/ha	mg $\text{NO}_3^-/100$ g tla					
	2008. godina			2009. godina		
	18.04.	11.07.	15.10.	16.04.	13.07.	05.10.
50	0,84	0,34	0,76	2,92	0,46	0,21
100	1,15	0,36	0,42	4,28	1,39	0,06
150	1,46	0,91	0,75	1,48	1,58	0,26
200	1,42	2,79	0,43	4,35	3,17	0,84
GD $p=5\%$	-	0,83	-	-	1,07	0,44
$p=1\%$	-	1,26	-	-	1,63	0,66

Dobiveni rezultati slažu se s podacima Mesića i sur. (2003) koji su pri rastućoj gnojidbi ratarskih kultura (0–300 kg N/ha) također utvrdili značajno povećanje koncentracija nitratnog dušika u oraničnom sloju tla 0–30 cm dubine u rasponu 0,7–9,8 mg  $\text{NO}_3^-/100$  g tla, na pseudoglejnom tlu u Popovači. Povećanje koncentracija nitrata u oraničnom sloju tla uslijed porasta gnojidbe ratarskih kultura dokazali su i Gheysari i sur. (2009), Ercoli i sur. (1996), te Stock i sur. (1995). Koncentracije nitrata u procjednoj vodi tijekom 2008. godine kretale su se u vrlo širokom rasponu (0,2–105,1 mg  $\text{NO}_3^-/l$ ) ovisno o količini procjedne vode, gnojidbi dušičnim gnojivima i potrošnji nitrata od strane kukuruza. Najizraženije razlike u koncentraciji nitrata u procjednoj vodi (36,12–105,13 mg  $\text{NO}_3^-/l$ ) utvrđene su u lipnju, neposredno nakon prihrane dušikom (50–150 kg N/ha) i uz 106,7 mm mjesečnih oborina. Na svim varijantama, na kojima je izvršena prihrana kukuruza, utvrđeno je prekoračenje maksimalno dozvoljene koncentracije (MDK), prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (N.N., 182/04). Samo na varijanti bez prihrane, koncentracije nitrata bile su ispod MDK. U razdoblju kolovoz–listopad 2008. godine utvrđene su neznatne koncentracije nitratnog dušika u procjednim vodama (0,2–4,6 mg  $\text{NO}_3^-/l$ ), što je i razumljivo obzirom na manje količine oborina u odnosu na lipanj i srpanj, te intenzivnu potrošnju od strane biljaka kukuruza. U 2009. godini, procjeđivanje vode iz sloja tla debljine 60 cm, zabilježeno je samo u razdoblju svibanj–srpanj, uz koncentracije nitrata u rasponu 12,8–27,1 mg  $\text{NO}_3^-/l$ . U lipnju, nakon rastuće prihrane kukuruza s 50–150 kg N/ha, uz mjesečnih



## Nitrate leaching under different fertilization of maize

121,7 mm oborina, koncentracije nitrata u procjednoj vodi varirale su od 15,3 do 36,1 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l, a u srpnju su se opet ujednačile, 10,6–13,7 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l. Tijekom cijele 2009. godine koncentracije nitrata u procjedinim vodama nisu prelazile granicu od 50 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l, graf 1.



Graf 1: Dinamika nitrarnog dušika u procjednoj vodi, 2008.–2009. godina

Do sličnih rezultata došao je i Puvača (2001), koji je utvrdio povećanje prosječnih koncentracija nitrata u procjednoj vodi 30,4–64,8 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l s povećanjem gnojidbe ozime pšenice od 128 do 256 kg N/ha. Šimunić i sur. (1997) su pri uzgoju kukuruza na pseudoglej–glejnom tlu, uz gnojidbu sa 145 kg/ha, utvrdili sličan raspon 23,6–38,7 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l. Mesić i sur. (2003) također su dokazali porast koncentracija nitrata (16,4 do 127,1 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l) pri uzgoju kukuruza na pseudoglejnom tlu, uslijed porasta gnojidbe 100–300 kg N/ha. Godišnje ispiranje nitrata iz rizosfernog sloja tla u 2008. godini raslo je od 1,29 kg NO<sub>3</sub>-N/ha (varijanta gnojidbe s 50 kg N/ha) do 3,69 kg NO<sub>3</sub>-N/ha, kod gnojidbe kukuruza s 200 kg N/ha. Maksimalno mjesečno ispiranje nitrata registrirano je u lipnju na svim varijantama gnojidbe, u rasponu 0,81–2,42 kg NO<sub>3</sub>-N/ha, tablica 2.

Tijekom 2009. godine maksimalne mjesečne količine ispranih nitrata također su zabilježene u lipnju, nakon prihrane s 50–150 kg N/ha, rastući od 0,74 kg NO<sub>3</sub>-N/ha na varijanti bez prihrane do 2,05 kg NO<sub>3</sub>-N/ha na varijanti prihranjenom sa 150 kg N/ha. Godišnje isšpiranje nitrata iz rizosfernog sloja tla u 2009. godini kretalo se od 1,18 do 2,53 kg NO<sub>3</sub>-N/ha, tablica 3.

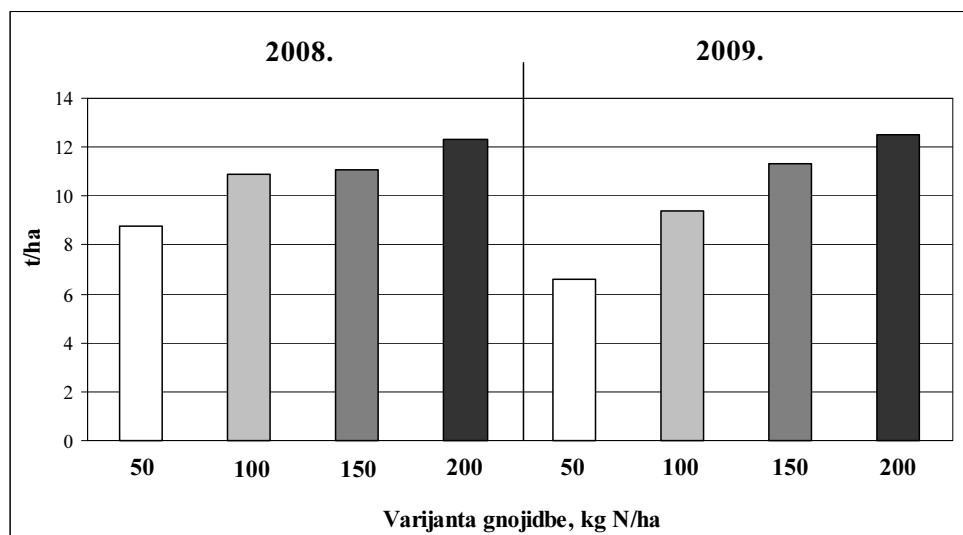
Tablica 2: Mjesečno i godišnje ispiranje nitrarnog dušika iz tla u 2008. godini

Gnojidba kg N/ha	kg NO <sub>3</sub> -N/ha						God.
	V	VI	VII	VIII	IX	X	
50	0,40	0,81	0,04	0,00	0,03	0,01	1,29
100	0,27	1,68	0,18	0,00	-	0,02	2,15
150	0,52	2,13	0,73	0,05	-	0,04	3,47
200	0,43	2,42	0,76	0,03	0,03	0,02	3,69

Tablica 3: Mjesečno i godišnje ispiranje nitrarnog dušika iz tla u 2009. godini

Gnojidba kg N/ha	kg NO <sub>3</sub> -N/ha			God.
	V	VI	VII	
50	0,25	0,74	0,19	1,18
100	0,36	1,11	0,22	1,69
150	0,28	1,06	0,20	1,54
200	0,22	2,05	0,26	2,53

Prosječni prinosi suhog zrna kukuruza u 2008. godine rasli su od 8,8 do 12,3 t/ha, a u 2009. godini od 6,6 do 12,5 t/ha. Najviši prinos kukuruza (12,3; 12,5 t/ha) ostvaren je na najjače gnojenoj varijanti (200 kg N/ha) u obje godine istraživanja, ali je samo u 2008. godini bio signifikantno viši u odnosu na ostale varijante gnojidbe. U obje godine istraživanja, varijante gnojidbe 100 i 150 kg N/ha, međusobno se nisu statistički značajno razlikovale, ali su bile značajno veće u odnosu na kontrolnu varijantu, gnojenu s 50 kg N/ha, graf 2.



Graf 2: Prinos suhog zrna kukuruza (14% vlage), 2008. i 2009. godina

### Zaključak

Tijekom obje godine istraživanja, signifikantno više koncentracije nitrata u oraničnom sloju tla utvrđene su na najjače gnojenoj varijanti (200 kg N/ha) u odnosu na ostale varijante gnojidbe (50–150 kg N/ha). Koncentracije nitrata u procjednim vodama varirale su u vrlo širokom rasponu (0,2–105,1 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l) ovisno o gnojidbi, oborinama, te fenofazi kukuruza, povremeno prelazeći MDK od 50 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l. Povećanje gnojidbe kukuruza od 50 do 200 kg N/ha povećalo je godišnje ispiranje nitrata iz rizosfernog sloja tla procjednom vodom, od 1,18 do 3,69 kg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N/ha. Najviši prinosi kukuruza (12,3; 12,5 t/ha) ostvareni su na najjače gnojenoj varijanti u odnosu na ostale varijante pokusa, dok su statistički opravdane razlike u prinosu utvrđene samo u 2008. godini.

### Literatura

- APHA-AWWA-WPCF (1992). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Metals (300), 156-157. Washington, DC 20005.
- Ercoli L., Mariotti M., Masoni A. (1996). Fate of fertilizer applied to winter wheat. Proceedings of the Fourth Congress of the European Society for Agronomy Veldhoven, Wageningen, 334-345
- Gheysari M., Mirlatifi S.M., Homaei M., Asadi M.E., Hoogenboom G. (2009). Nitrate leaching in a silage maize field under different irrigation and nitrogen fertilizer rates. *Agricultural Water Management* 96 (6): 946-954
- Mesić M., Bašić F., Kisić I., Butorac A., Gašpar I. (2003). Učinkovitost mineralnog dušika u gnojidbi kukuruza i gubici dušika ispiranjem s vodom iz lizimetara. Priopćenja, XXXVIII znanstveni skup hrvatskih agronoma, Zagreb, 315-318
- Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (2004). Narodne novine 182/04
- Puvača V. (2001). Onečišćenje podzemnih voda u poljodjelstvu. 37. znanstveni skup hrvatskih agronoma s međunarodnim sudjelovanjem, Opatija
- Stock H.G., Specht M., Diepenbrock W. (1995). Wirkungen eines differenzierten stickstoffangebotes im Dauerversuch auf Ertrag und Qualität, Bodennitratgehalte und optimale speziell Intensität. Bodennitratgehalte und optimale speziell Intensität bei Winterweizen (*Triticum aestivum* L.). *Kühn – Arch.* 89 (2): 195-204

## **Nitrate leaching under different fertilization of maize**

Šimunić I., Tomić F., Drevenkar V., Klačić Ž., Petošić D., Stričević I., Rus B. (1997). Koncentracija  $\text{NO}_3^-$  i atrazina u drenažnim vodama različitih sustava detaljne odvodnje na pseudoglej-glejnom tlu. XXXIII. znanstveni skup hrvatskih agronoma, Pula

### **Napomena**

Istraživanja prikazana u ovom radu dio su diplomskog rada studentice Tonke Ninčević, naslova „Ispiranje dušika pri različitoj gnojidbi kukuruza“, obranjenog 10.06.2011. na Agronomskom fakultetu u Zagrebu.

**sa2012\_0101**

# The influence of foliar fertilisers on morphological traits of maize inbreds

Milan BRANKOV<sup>1</sup>, Milena SIMIĆ<sup>2</sup>, Sava VRBNIČANIN<sup>3</sup>, Vesna DRAGIČEVIĆ<sup>2</sup>,  
Igor SPASOJEVIĆ<sup>2</sup>, Branka KRESOVIĆ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Schoolar of the Ministry of Education and Science of the Republic of Serbia, Slobodana Bajića 1, 11185 Zemun Polje, Serbia

<sup>2</sup>Maize Research Institute, Slobodana Bajića 1,11185 Zemun Polje, Belgrade-Zemun, Serbia

<sup>3</sup>Faculty of Agriculture, University of Belgrade, Nemanjina 6,11000, Belgrade, Serbia,  
(e-mail:mbrankov@mrizp.rs)

## Abstract

Mineral fertilisation is one of essential cropping practices that provide optimal plant growth and development. In addition to basic fertilisation, it is possible to fertilise maize during the growing season with different types of fertilisers and their formulation. Leaf fertilisation provides plants fast uptake and utilisation of micro and macrolelements, which contributes to better crop condition. The aim of this study was to test effects of two formulations of foliar mineral fertilisers applied at the 5-6 and 10-12 leaf stage, on the leaf area, height and yield of five maize inbred lines. The application of foliar fertilisers affected the increase of the average height and leaf area. Treatments with foliar fertilisers increased maize yields in comparison to control.

Key words: maize inbred lines, foliar fertilisers, height, leaf area, yield

## Introduction

Micro and macrolelements fertilisation to plants is one of the most important cropping practices in maize cultivation. In order to obtain maximal genetic potential, it is necessary to supplementary fertilise plants during the growing season. Foliar fertilising provides fast absorption and utilisation of nutrients. If plants are exposed to continuous stress factors, the application of mineral fertilisers will provide faster overcome of stress due to possibility of faster synthesis of proteins and constitutive substances that are lacking under stress conditions (Mertz et al., 1952). Optimal nutrition also maintain better condition and contributes to greater resistance to abiotic and biotic stress, first of all to drought, diseases and pests (Varallyay, 2006). Abdel-Hamid et al. (2006) observed positive effects of mineral fertilisers with microelements and concluded that the application of fertilisers increases maize grain yield. Furthermore, Stipešević et al. (2009) stated that mineral fertilisation during the growing period results in the wheat yield increase, too. Fertilisers incorporated into basic formulations are subjected to leaching, impact of microorganisms, etc., by which they become inaccessible to plants (Lopez-Bellido et al., 2006). This situation does not occur in the case of foliar application.

The objective of the present study was to test effects of two formulations of foliar fertilisers applied on different dates on the height, leaf area and grain yield of five maize inbred lines.

## Material and methods

The aim of trial was to observe effects of foliar mineral fertilisers on maize inbred lines. Experiment was set up on slightly calcareous chernozem in the experimental field of the Maize Research Institute, "Zemun Polje", during 2010 and 2011. Wheat was a preceding crop in both years. Impacts of foliar fertilisers of the following formulation: Activeg 12:4:6+0.2MgO+ME+AK (F1) and Soluveg Green 10:40:10+4MgO+ME (F2) on five ZP maize inbred lines (L1→L5) of different maturity groups were observed in the trail. The four-replicate trail was set up according to the split-plot arrangement. The main plots encompassed one 10 m row

## The influence of foliar fertilisers on morphological traits of maize inbreds

of each inbred line in 4 replication, while subplots included a treatment and a control. The elementary plot size was 16.8m<sup>2</sup>, while the plant density amounted to 60,000 plants ha<sup>-1</sup>. Maize inbred lines were sown manually on April 26 and 27 in both years. The fertiliser F1 was applied in the amount of 4 l ha<sup>-1</sup> at the 5-6 leaf stage of maize, while the fertiliser F2 was applied in the amount of 500 g ha<sup>-1</sup> at the 10-12 leaf stage of maize.

Samples of five plants each for measuring the leaf area and the plant height were taken - firstly, 21 days after foliar fertiliser had been applied and secondly, during maize flowering. Maize grain yield was measured after harvesting and was calculated at 14% moisture by DICKEY-john GAC 2000. The leaf area was measured by LI-3100 AREAMETER. Obtained data were statistically processed by ANOVA and differences between means were tested by the least significant difference (LSD<sub>0.05</sub>). Meteorological data collected during the trial duration are presented in Table 1.

**Table 1. Precipitation and average air temperatures for the period April-October 2010/11**

Months	Precipitation (mm)		Temperatures (°C)	
	2010	2011	2010	2011
April	44.0	14.9	13.2	13.4
May	64.1	89.6	17.5	16.8
June	167.3	26.2	21.0	21.5
July	35.6	44.0	23.2	23.3
August	68.2	66.0	23.1	23.9
September	68.0	32.6	17.6	21.6
Average	447.2	273.3	19.3	20.1

## Results and discussion

According to obtained results, mineral fertilisers significantly increased the plant height and the leaf area of maize inbred lines measured 21 days after the application of fertilisers (Tables 2 and 3). The highest values of the plant height were recorded in plants when F2 had been applied, due to later sampling in relation to F1. The application of F1 averagely increased the plant height by 9.69% in relation to the control. The smallest difference between the treatments was recorded in the inbred L2. On the other hand, the application of F2 resulted in the plant height increase by 4.62% in relation to the control. The greatest differences in plant heights were recorded in inbreds L1, L2 and L4 by both treatments, while the plant height of the L3 was higher on control than on treatment F2. According to Dragičević et al. (2010) foliar fertilising affects the increase of fresh matter of plants and therefore it positively affects the plant growth.

**Table 2. Effects of foliar fertilisers on the plant height of maize inbred lines, average 2010/11.**

	Plant height (cm plant <sup>-1</sup> )					
	L1	L2	L3	L4	L5	Average
Control	50.7	53.2	64.9	50.2	42.5	52.3 b
F1	57.2	54.6	69.0	54.0	54.6	57.9 a
Control	101.5	99.6	119.6	103.8	89.5	102.8 b
F2	114.3	106.9	117.2	109.8	90.8	107.8 a

**Table 3. Effects of foliar fertilisers on the leaf area of maize inbred lines, average 2010/11**

	Leaf area (cm <sup>2</sup> plant <sup>-1</sup> )					
	L1	L2	L3	L4	L5	Average
Control	530.6	515.0	668.8	609.4	282.1	524.2 b
F1	766.1	582.5	679.0	680.4	627.7	677.1 a
Control	1552.6	1865.6	3042.6	2539.1	1852.5	2170.5 b
F2	1750.6	2245.8	3187.1	2863.5	2140.0	2437.4 a

Measured values of leaf areas differed between treatments with foliar fertilisers and control. The leaf area was greater in all inbred lines in treatments than in the control. The application of foliar fertilisers significantly increased the leaf area of maize inbred lines. The fertilisers F1 and F2 averagely increased the leaf area by 22.59% and 10.95%, respectively. Similar results were obtained by Brankov et al. (2011).

The second measurement of the plant height and the leaf area was done at the flowering stage when plants had already reached the maximum growth (Table 4). The highest average plant height and the leaf area were obtained in plants treated with F1. Noted values significantly differed from the control. Although plants treated with F2 were higher and had larger leaf areas, but the values were not significantly different from the control.

Table 4. Plant height and leaf area in maize inbred lines at the flowering stage, average 2010/11.

	L1	L2	L3	L4	L5	Average
Plant height (cm plant <sup>-1</sup> )						
Control	125.5	161.8	176.8	187.7	167.7	163.9 b
F1	142.5	167.8	172.7	198.5	184.9	173.3 a
F2	130.9	166.3	172.7	183.8	171.4	165.0 b
Leaf area (cm <sup>2</sup> plant <sup>-1</sup> )						
Control	1727.5	2698.1	4560.4	3827.4	2815.5	3125.8 b
F1	2284.6	2611.5	4216.9	4360.3	3067.5	3308.2 a
F2	1935.5	2810.4	4339.7	3933.3	3130.5	3229.9 a

Table 5. Maize grain yield, average 2010/11.

	Grain yield (t ha <sup>-1</sup> )					Average
	L1	L2	L3	L4	L5	
Control	1.86	3.11	6.09	5.6	2.81	3.89 b
F1	2.57	3.26	6.28	6.43	4.39	4.59 a
F2	1.97	3.19	6.21	5.6	5.03	4.4 a

Foliar fertiliser did not only affect the plant height and the leaf area of maize inbred lines, but also induced the yield increase (Table 5). Generally, yields were higher in both treatments than in the control. Similarly, Dragičević et al. (2010) stated that the application of foliar fertiliser increased maize grain yield. The highest average yield in all five maize inbred lines was measured in the treatment F1, which had been applied at the 5-6 leaf stage, while a somewhat lower yield was registered in the F2 treatment. The grain yield also differed among genotypes, but considering their belonging to various maturity groups, such results had been expected. The grain yield of L2 and L3 expressed the lowest variation under the influence of applied fertilisers in relation to the control.

## Conclusion

Based on gained results it can be concluded that the application of foliar fertilisers during the growing season significantly increased observed parameters. As a result of foliar fertilising plants of maize lines were taller, had greater leaf areas and their yields were higher than in control. However, the treatment with the formulation F1 expressed better results regarding to all observed parameters than the treatment with the formulation F2.

## References

- Abdel-Hamid A., Salem H., Haytham M., Nassef M. (2006): Effect of bio-organic micronutrient fertilization on yield and mineral composition of maize plants grown on clay and sandy soils. *Annals of Agricultural Science, Moshtohor.* (44): 425-439.
- Brankov M., Simić M., Vrbničanin S., Dragičević V., Spasojević I. (2011):. The foliar application of herbicides and a mineral fertilizer in seed maize. *Book of abstracts : Innovations in Crop and Vegetable Production.* 64.

## **The influence of foliar fertilisers on morphological traits of maize inbreds**

- Dragičević V., Brankov M., Simić M., Spasojević I., Dumanović Z. (2011): The influence of foliar fertilization on growth, soluble proteins status and yield of maize inbred plants. *Agriculture in Nature and Environment Protection*. 112-117.
- Lopez-Bellido L., Lopez-Bellido R., Lopez-Bellido F. (2006): Fertilizer Nitrogen Efficiency in Durum Wheat under Rainfed Mediterranean Conditions. *Agronomy Journal*. (98): 55-62.
- Mertz E.T., Singleton V.L., Garey C.L. (1952): The effect of sulfur deficiency on the amino acids of alfalfa. *Arch. Biochem Biophys*. (38):139-45.
- Stipešević B., Stošić M., Teodorović B., Jug I., Jug D., Šimon M., Bede Z., Simić M. (2009): Comparasion of different side-dressings on winter wheat yield. *Journal of Agricultural Science*. (54):189-196.
- Varallyay G. (2006): Soil degradation processes and extreme soil moisture regime as environmental problems in the Carpathian Basin. *Agrokemia es Talajtan*. (55): 9-18.

### **Acknowledgements**

This study was supported by the Ministry of Education and Science of the Republic of Serbia (Project TR-31037).

**sa2012\_0102**

# Alternative pest management of some ornamental plants in greenhouse

Horia BUNESCU, Teodora FLORIAN, Ilonka BODIȘ

University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, Faculty of Agriculture, Department of Entomology/Zoology, 3-5 Mănăștur Street, 400372 Cluj-Napoca, Romania, (e-mail: horiabun@yahoo.com)

## Abstract

The researches carried out between 2009-2011 at Cluj-Napoca (Romania), in laboratory and 2 greenhouses. There were used some alternative pest control methods based on indirect and direct strategies: 1) the pest monitoring and the useful fauna identification in greenhouses with some ornamental flowering plants (Carnation, Gerbera Daisy and Chrysantemum) by visual control, collecting manually and striking on a tarpaulin; 2) the use of attractant traps (visual and repellents) to control the pests. The fauna structure in studied protected ecosystems is composed by 8 pests and 3 useful species. The use of colored traps in 9 variants (white, silver, light-green, emerald-green, light-blue, blue-ultramarine, dark-blue, orange, red) + control (yellow) recorded a very good efficacy at 8 variants, excepting the emerald-green and red trap. The use of 4 repellents (field horsetail infusion, absinth decoction, horseradish decoction and tansy infusion) against different pests (aphids, acarions, whiteflies and thrips), recorded a good efficacy removing the pests.

Key words: pest, greenhouse, ornamental plants, alternative control

## Introduction

The animal pests are unwanted species that interfere with human activity and their control remains the main aim of the specialists, because of their great annual damages in agroecosystems (Seastedt and Crossley Jr., 1984; Oltean et al., 2001). The pollution in agroecosystems, as consequence of using an excessive chemical control against the pests, produced grave environmental unbalanced effects, difficult to eliminate, even using modern knowledge and methods (Oroian, 2008). The result was the redirect of plant protection towards the ecological approach, unpollutant, applying some alternative methods (Debach, 1974; Horn, 1988; Cavalloro, 1989). In Romania, the chemical method remains the main control and is widely used by integrated pest management, at a high level. Besides the negative impact on the environment, the high price of modern pesticides settle the direction to unpollutant methods, cheaper, like the non-chemical methods to control the pests (Florian Teodora et al., 2010).

We proposed to study and use some alternative pest control methods based on the non-chemical control (Land, 1997; Albajes et al., 2002; Bunescu et al., 2003).

## Materials and methods

The used methods are based on indirect and direct strategies: 1) the pest monitoring and the useful fauna identification in protected ecosystems (by visual control, collecting manually - direct with pincers, striking method on a tarpaulin); 2) the use of some physico-mechanical and biotechnical methods (use of barriers - attractant traps - visual and repellents) to control the pests from studied ecosystems. The experiments were carried out between 2009-2011, according to experimental technics, in laboratory (Discipline of Entomology-Zoology at USAMV Cluj-Napoca) and 2 private greenhouses with some ornamental flowering crops at Cluj-Napoca - District of Cluj - Romania. The host-plants has been chosed according to their economic importance and the relationship with the specific pests, respectively Carnation - *Dianthus caryophyllus* L.,



Gerbera Daisy - *Gerbera jamesonii* Bolus and Hook, Chrysanthemum - *Chrysanthemum* × *morifolium* (syn. *C. × grandiflorum*).

1) The indirect strategies by monitoring of harmful fauna and identification of useful species, carried out from January 2009 to September 2011. The biological material has been collected straight by hand or with the aid of fine brushes and pincers, from different vegetal organs (sprouts, stems, leaves, flowers and inflorescences) by shaking down the plant on a tarpaulin, by random collecting from plants for a better objectiveness. The collected material has been introduced in small bottles (with 70% ethanol or 4% formalin), boxes or plastic bags which has been labeled. The identification of the material has been made with the binocular microscope in the Laboratory of Zoology-Entomology. After the species identification, the collected material has been prepared and conserved. The species identification was made according to identification keys (Ghizdavu et al, 1987; Perju et al, 1989, Oltean et al, 2001).

2) The direct strategies to control the pests, meant the use of some alternative, unpollutant methods, in studied protected ecosystems: physical and biotechnical (use of barriers –attractant traps – visual and repellents).

a) colored sticky traps - The experiment with attractant materials was carried out in May, using visual or colored traps (panels) – 9 variants (white, silver, light-green, emerald-green, light-blue, blue-ultramarine, dark-blue, orange, red) + control (yellow). The visual traps (panels) has been made by plastic and aluminium, measuring 25/25 cm and covered with a special adhesive not siccative, being fixed with wire at 75 cm high over the plants on 30 m<sup>2</sup> area. The data were recorded after 2 weeks.

b) repellents - The experiment organised in August meant the use of vegetal materials, selective for useful fauna. It has been used: field horsetail infusion (*Equisetum arvense* Linné) against aphids and acarians; absinth decoction (*Artemisia absinthium* Linné) against aphids; horseradish decoction (*Armoracia rusticana* P. Gaertn., B. Mey.&Scherb.) against aphids and whiteflies; tansy infusion (*Tanacetum vulgare* Linné) against whiteflies and thrips.

For the field horsetail infusion there were used 150 g dry plants/10 l water and 0,3% soap; for the the absinth decoction there were used 300 g fresh plants with flowers/10 l water; for the horseradish decoction there were used 90 g chopped root/3 l boiled water, extraction time 1 h; for the tansy infusion and 3% bentonite, there were used 300 g dry flowers/10 l water.

At Chrysanthemums infected with aphids *Macrosiphoniella sanborni* Gillette and *Myzodes persicae* Sulzer, the average numerical density was about 100 insects/plant, at Gerbera Daisy infected with *Trialeurodes vaporariorum* Westwood the average numerical density was about 400 insects/plant and at Carnations infected with *Thrips tabaci* Linné and *Taeniothrips dianthi* Priesner, the average numerical density was about 50 insects/plant.

## Results and discussion

### 1) The harmful fauna

Results concerning the morphology on the harmful fauna from the 2 studied greenhouses (flowering ornamental plants) showed the following 8 pest species (Table 1):

- Phyll. MOLLUSCA - Cls. GASTRPODA - Ord. STYLLOMATOPHORA - Fam. AGRIOLIMACIDAE – *Deroceras agreste* Linné
- Phyll. ARTHROPODA - Cls. ARACHNIDA - Ord. ACARI - Fam. TETRANYCHIDAE – *Tetranychus urticae* Koch; Fam. TARSONEMIDAE – *Polyphagotarsonemus latus* Banks
- Phyll. ARTHROPODA - Cls. INSECTA - Ord. HOMOPTERA - Fam. APHIDIDAE – *Macrosiphoniella sanborni* Gillette; *Myzodes persicae* Sulzer
- Fam. ALEURODIDAE – *Trialeurodes vaporariorum* Westwood
- Ord. THYSANOPTERA - Fam. THIRIPIDAE – *Thrips tabaci* Linné; *Taeniothrips dianthi* Priesner

**Table 1. The harmful fauna from greenhouse studied ecosystems (Cluj-Napoca, 2009-2011)**

Phyllum	Class	Order	Family	Species
Mollusca	Gastropoda	Stygomato- Phora	Agriolimacidae	<i>Deroceras agreste</i> Linné
Arthropoda	Arachnida	Acari	Tetranychidae	<i>Tetranychus urticae</i> Koch
			Tarsonemidae	<i>Polyphagotarsonemus latus</i> Banks
	Insecta	Homoptera	Aphididae	<i>Macrosiphoniella sanborni</i> Gillette
			Aleurodidae	<i>Myzodes persicae</i> Sulzer
Thysanoptera			<i>Trialeurodes vaporariorum</i> Westwood	
		Thripidae	<i>Thrips tabaci</i> Linné	
				<i>Taeniothrips dianthi</i> Priesner

## 2) The useful fauna

After the analysis of collected material from greenhouses, the following 3 predator species has been identified (Table 2):

- Phyll. ARTHROPODA - Cls. INSECTA - Ord. DERMAPTERA - Fam. FORFICULIDAE - *Forficula auricularia* Linné
- Ord. PLANIPENNIA - Fam. CHRYSOPIDAE - *Chrysopa carnea* Stephens
- Ord. COLEOPTERA - Fam. COCCINELLIDAE - *Coccinella 7-punctata* Linné

**Table 2. The useful fauna from greenhouse studied ecosystems (Cluj-Napoca, 2009-2011)**

Phyllum	Class	Order	Family	Species
Arthropoda	Insecta	Dermaptera	Forficulidae	<i>Forficula auricularia</i> Linné
		Planipennia	Chrysopidae	<i>Chrysopa carnea</i> Stephens
		Coleoptera	Coccinellidae	<i>Coccinella septempunctata</i> Linné

2) The direct strategies to control the pests meant the use of some ecological, unpollutant control methods in protected studied ecosystems:

- a) colored sticky traps - at the experiment with colored sticky panels installed in the Greenhouse with flowering ornamental plants in Cluj-Napoca, it has been recorded a very good efficacy at 8 variants. The most captures has recorded the yellow trap (variant 8-control) with 1500 insects, the white one with 1250 captures (variant 1), followed by the silver trap (variant 2) with 860 captures, the light-green trap (variant 3) with 650 captures, the light-blue trap (variant 5) with 500 captures, the emerald-green trap (variant 4) with 430 captures. The emerald-green trap (variant 6) with 300 captures and the red one (variant 7) with 150 captures were less efficay.

Concerning the experiment using visual sticky panels in the greenhouse with flowering ornamental crops, the most efficacy were variant 9-control (yellow) with 1800 captures, 1 (white) with 1500 captures, 2 (silver) with 1200 captures and 8 (orange) with 1050 captures, followed by variant 6 (blue-ultramarine) with 900 captures, 5 (light-blue) with 750 captures, 3 (light-green) with 680 captures, 7 (dark-blue) with 550 captures, 4 (emerald-green) with 280 captures and 8 (red) with 100 captures (Table 3). The captured pests were aphids, whiteflies and thrips.

- b) repellents – The use of 4 repellents had a good efficacy at all variants, removing succesfully the pests (Table 4).

**Table 3. The direct strategies to control the pests in the greenhouse with flowering ornamental crops (Cluj-Napoca, 2009-2011)**

Method	Variant	Nr. of captures
Colored sticky traps	1 - white	1500
	2 - silver	1200
	8 - orange	1050
	6- blue-ultramarine	900
	5 - light-blue	750
	3 - light-green	680
	7 - dark-blue	550
	4 - emerald-green	280
	9 - red	100
	10 - yellow (control)	1800

**Table 4. The direct strategies to control the pests in the greenhouse with flowering ornamental crops (Cluj-Napoca, 2009-2011)**

Method	Variant	Efficacy	Removed pests
Repellents	1 - field horsetail infusion	100%	aphids and acarians
	2 - absinth decoction	100%	aphids
	3 - horseradish decoction	100%	aphids and whiteflies
	4 - tansy infusion	100%	whiteflies and thrips

### Conclusions

After the developed experiments in 2009-2011, from the experimental data analysis recorded after the use of both strategies in controlling the pests from greenhouse ecosystems, the following conclusions are evident: the use of some indirect strategies meant the identifying and monitoring of harmful fauna with 8 identified pests and useful fauna with 3 identified species; the direct strategies by use of colored sticky traps in an experiment recorded a very good efficacy at 8 variants, except variant 4 and 9; the best results recorded the control – yellow, followed by variant 1 (white), 2 (silver) and 8 (orange); in the experiment with repellents all the variants recorded good results removing the different pests.

### References

- Albajes R., M. Lodovica Gullino, J. C. Van Lenteren, Y. Elad (2002). *Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht: 545 p.
- Bunescu H., I. Ghizdavu, Gh. Mihai, I. Oltean, Monica Porca, Ilonka Bodiş (2003). The control of pests from ecosystems by unchemical methods. *JCEA*. Vol. 4 (1): 7-12
- Cavalloro, R. (1989). The integrated pest control strategy in agriculture. In: "Seminar on pesticides in agriculture". Proceedings EC-EFTA Meeting Univ. Agric. Sc., Uppsala, 1989: 89–96
- Debach P. (1974). *Biological Control by natural enemies*. Cambridge University Press. London. 323 p.
- Florian Teodora, I. Oltean, H. Bunescu, Firuța Camelia Todoran, C.V. Florian (2010), Results Obtained in the Biological Control of Western Corn Root Worm. *ProEnvironment - Journal of Documentation, Research and Professional Training*. Cluj-Napoca. 3 (6): 292-295
- Ghizdavu I., P. Paşol, I. Pălăgeşiu, B. Bobîrnac, C. Filipescu, Iulia Matei, T. Georgescu, T. Baicu, Al. Bărbulescu (1997). *Entomologie Agricolă*. EDP. Bucureşti. 436 p.
- Horn, D.J. 1988. *Ecological Approach to Pest Management*. Guilford Pr., New York: 285 p.
- Land M.F. (1997). Visual Acuity in Insects. *Annual Review of Entomology*. 42: 147-177
- Oltean I., T. Perju, Asea Timuş (2001). *Insecte fitofage dăunătoare ale plantelor cultivate*. Ed. Poliam. Cluj-Napoca. 285 p.
- Oroian I. (2008).  *Protecția plantelor și mediul*. ISBN 978-973-7695-47-5. Ed. Todesco. Cluj-Napoca. 352 p.
- Perju T., Matilda Lăcătușu, C. Piscică, Gh. Mustață (1989). *Entomofagii și utilizarea lor în protecția integrată a ecosistemelor horticole*. Ed. Ceres. Bucuresti, 287 p.
- Seastedt T.R., D.A. Crossley Jr. (1984). The influence of arthropods on ecosystems. *Bio-Science* 34(3): 157-161

saz2012\_0103

# Mineral fertilization influence upon soil chemical properties

Florin CRISTA, Isidora RADULOV, Iacob BORZA, Florin SALA, Adina BERBECEA, Alina LATO, Ionel GAICA

Banat's University of Agricultural Science and Veterinary Medicine from Timisoara, Timisoara, Calea Aradului no.119, Romania  
(e-mail: florincrista@yahoo.com)

## Abstract

The objective of the research is to evaluate the way in which certain agrochemical indicators of the soil are modified under the influence of mineral fertilization using granulated, micro granulated and foliar fertilizers. The chemical indicators taken under consideration are the following: the reaction of soil solution ( $pH_{water}$ ); the total nitrogen content; P mobile and K mobile. Total nitrogen content was determined by the Kjeldahl method; phosphorus was measured using UV-VIS spectrophotometer and potassium content was measured using atomic absorption spectrophotometer.

The present paper shows the results of the research in the experimental field situated in the Didactic Station of Banat's University of Agricultural Science and Veterinary Medicine, on the changes of the agrochemical indices represented by pH, N, P, K in the context of an agricultural system based on field crops and a mineral fertilization system.

Key words: soil fertility, microgranulated fertilizers, granulated fertilizers, foliar fertilizers, agrochemical indicators

## Introduction

It is known that the long chemical fertilization has an influence over the chemical properties of the soil: pH, N total, P and K mobile. (Borlan, 1994)

The application of larger nitrogen doses diminishes the quantity of cations adsorbed by soil, leading to a decrease of soil pH and degree of base saturation. (Hera, 2002)

Fertilization systems are adapted to all types of agriculture, in the case of conventional agriculture; they are based almost exclusively on synthesis mineral fertilizers, in correlation with pedo-climatic and technological factors. (Sala, 2008)

In the Banat Plain the structure of crop plants is reduced. The area cultivated with leguminous plants (annual and perennial) has become much smaller. The predominant crop plants are wheat, maize and sunflower, and then come barley, two-row barley, soybeans, oil rape, with small impact in the realization of sustainable crop rotation. The rational use of fertilizers and other chemical substances is compulsory because we should remember that, one of the main objectives of sustainable agriculture is to assure food security. The chemical substances increase harvest with approximately 40 % measure up to another technological methods. This is one issue that can not be neglected in the policy of food providing industry.

Frequently, fertilization was not correlated with the reserve in the soil, which leads to unbalanced fertilization, using only nitrogen, in many cases the doses being smaller than the soil necessity.

## Material and methods

The research for present paper took place in the experimental field situated in the Didactic Station of Banat's University of Agricultural Science and Veterinary Medicine. The studies have continued in the Department

## Mineral fertilization influence upon soil chemical properties

of Soil Science and Plant Nutrition research labs. The major purpose of present research is to scientifically investigate the issues involved in the increase of crop quality and quantity, soil fertility and the decrease of environment pollution in the case of the controlled use of chemical fertilizers. This will provide new information which will help the transactions from nowadays agriculture to the sustainable one.

Research took place in 2010 - 2011, using the variety of wheat Alex.

The field experiments are the stationary type. In the experimental field, each plot is subdivided in four repetitions which are linear positioned, one next to another. Each micro-plot has 10 x 3.5 m (35 m<sup>2</sup>) dimension. There are 32 micro plots for wheat crop, 16 of which were fertilized with Nitrophoska and the other 16 were fertilized with Microstar. In the experiment, we used these doses of fertilizers: 20 kg / ha Microstar or Nitrophoska, 150 kg / ha NPK and 20 l / ha foliar fertilizer N<sup>+</sup>.

The soil samples were collected before applying fertilizers.

The project was carried out using the rotation of wheat and maize. These crops cover a significant part of the cultivated land in our area, using varieties of zonal hybrids for the west of our country.

The time and the way of chemical fertilizers administration are extremely important. We should establish in the correct manner the technique of administration for the chemical fertilizers in order to become more efficient. The nutritive substances should be situated as much as possible in the zone of active roots. From field experiments we took soil samples which were analyzed in our labs to observe the changes that may appear following the chemical treatments.

Chemical features of cambic chernozem are determined in the case of our experimental field cultivated with wheat. For this research we have used two types of micro granulated fertilizers (Nitrophoska 13:42:0 and Microstar 10:40:0 + 11SO<sub>3</sub> + 2Zn), one type of granulated fertilizers (20:20:0) and also, one type of foliar fertilizer (N<sup>+</sup> - 28%).

The natural conditions for our experiment are specific to Banat Plain: the soil is cambic faeoziom (cambic chernozem), weakly gleyed, with neutral reaction (pH = 6.88 - 7.03), the humus content range between 2 and 3.2, nitrogen index IN = 3.09, high base saturation level (over 85 - 87%), the mobile phosphorus supply is poor (P<sub>2</sub>O<sub>5AL</sub> = 17.4 ppm) and medium supply with potassium (K<sub>2</sub>O = 128 ppm).

## Results and discussion

The chemical fertilizers bring a lot of modifications in the soil. This is caused by the intensification of physical, chemical and microbiological processes, by the change in consumption by crop plants and also, to other processes and mechanisms which take place in the soil. Using some agro-physical indicators and agrochemical characteristics, we tried to observe some physical and chemical changes in the soil.

The total nitrogen content fluctuates from 0,114 to 0,149. It is highly dependent of humus content from soil. The mobile phosphorus supply varies from 23.68 ppm to 25.83 ppm. This explains the necessity of phosphorus chemical fertilizers use.

Things are better in the situations of mobile potash content, this range between 152.89 to 176.14 ppm. Which means that the soil is medium supplied with this nutritive element.

Table 1. Mineral fertilization influence upon soil chemical properties

Index determined	Average values per fertilization variant			
	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> <sup>†</sup>	Nitrophoska	Nitrophoska NPK 20:20:0	Nitrophoska NPK 20:20:0 N <sup>+</sup>
pH in water	7.03	6.99	6.93	6.89
N total (%)	0.114	0.121	0.128	0.136
P <sub>mobile</sub> ppm	23.68	23.98	24.12	24.71
K <sub>mobile</sub> ppm	152.89	159.81	163.82	171.19

In the case of soil reactions, we can observe a slight soil acidification with pH values going down from 7.04 for the unfertilized field (N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>) to 6.88 - 6.89 for variants using micro granulated fertilizers, granulated and foliar fertilizers. The relatively small limits of pH modification prove good soil plugging capacity.

Table 2. Mineral fertilization influence upon soil chemical properties

Index determined	Average values per fertilization variant			
	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> <sup>Z</sup>	Microstar	Microstar NPK 20:20:0	Microstar NPK 20:20:0 N <sup>+</sup>
pH in water	7.04	6.98	6.90	6.88
N total (%)	0.116	0.123	0.137	0.149
P <sub>mobile</sub> ppm	24.00	24.71	25.01	25.83
K <sub>mobile</sub> ppm	153.14	164.2	171.2	176.14

The total nitrogen content (N<sub>t</sub>) range from 0.114 % in variant N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub> to 0.149 % for variant Microstar NPK 20:20:0 N<sup>+</sup>. The manner in which nitrogen is found in micro granulated fertilizers is ammonia; this is also what plants preferred in vegetation period. The wheat assimilation of nitrogen takes place during all vegetation period with various intensities depending of phenologic phases of growing and development.

In soil, the phosphorus content increase with application of phosphorus doses. The micro granulated fertilizers content easy soluble form of phosphorus which is accessible for various plants even in the condition of poor developed root system. Microstar fertilizers content also sulfur and zinc, which helps in growing of roots system and also, increase plant resistance to winter, drought and frost.

The values found after soil analysis shows potassium good supply.

### Conclusions

All essential nutritive elements have significant role in plants life, each one taking tasks which cannot be substituted.

Rational fertilization which starts with micro granulated fertilizers local application, must assure nutritive substances in easy assimilable forms and in corresponding quantities for plants.

The research revealed the differentiated influence of types and doses of fertilizers (used in various combinations) on the main chemical characteristics of the cambic chernozem at Didactic Station of Banat University of Agricultural Science and Veterinary Medicine.

Mineral fertilization with micro granulated, complex NPK and foliar fertilizers maintains a high level of soil-plant balance regarding the consumption of nutritious elements and ensures balanced nutrition for crops.

Microgranulated fertilizer fertilization resulted in increased total nitrogen content, phosphorus and potassium fertilization in all variants. The appropriate dose was determined for wheat crop for fertilizer application Microstar, NPK 20:20:0, N<sup>+</sup>.

### References

- Andres E. (1995). Fertilizer use and crop productivity in Central and Eastern Europe. IFC no.2
- Bjorkhaug H. Richards C.A. (2008). Multifunctional agriculture in policy and practice? A comparative analysis of Norway and Australia. *Jurnal of Rural Studies* 24, p. 98 – 104.
- Borlan Z. Hera C. (1994). *Fertilitatea si fertilizarea solurilor*. Ed. Ceres. Bucuresti. pp.72-78.
- Crista F. Goian M. (2008). *Agrochimia si agricultura durabilă*. Ed. Eurobit. Timisoara.
- Hera Cr. Schnug E. Dumitru M. Dorneanu A. (2002). *Role of fertilizers in Sustainable Agriculture*. Ed. CICEC. Bucuresti.
- Mulder J. Cresser M.S. (1994). *Soil and Soil Solution Chemistry in Biogeochemistry of small catchments: a tool for environmental research*. Ed.J.Wiley&Sons Ltd. USA. p. 107-131.
- Sala F. (2008). *Agrochimie*. Ed. Eurobit. Timișoara. p. 51-62.

### Acknowledgment

This work was published during the project "Postdoctoral School Of Agriculture And Veterinary Medicine", POSDRU/89/1.5/S/62371, co-financed by the European Social Fund through the Sectorial Operational Programme for the Human Resources Development 2007-2013.

sa2012\_0104

# Utjecaj agrotehničkih mjera na prinos zrna pira (*Triticum aestivum* spp. *spelta*) u organskom sustavu uzgoja

Željko DOLIJANOVIĆ<sup>1</sup>, Snežana OLJAČA<sup>1</sup>, Dušan KOVAČEVIĆ<sup>1</sup>, Irena JUG<sup>2</sup>,  
Bojan STIPEŠEVIĆ<sup>2</sup>, Dobrivoj POŠTIĆ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11080 Beograd-Zemun, Srbija  
(e-mail: dolijan@agrif.bg.ac.rs)

<sup>2</sup>Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, Trg Sv. Trojstva 3, Osijek, Hrvatska

<sup>3</sup>Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Teodora Drajzera 9, 11040 Beograd, Srbija

## Sažetak

U radu je ispitivan utjecaj organske tehnologije uzgoja na prinos zrna krupnika (*Triticum aestivum* spp. *spelta*) na dva lokaliteta. Prvi lokalitet je bio "Radmilovac"-eksperimentalno dobro Poljoprivrednog fakulteta u Zemunu na tipu tla izluženi černoziem. Organska tehnologija uzgoja uključivala je konvencionalnu obradu tla, gnojidba organskim i mikrobiološkim gnojivom bez kemijske zaštite usjeva. Organsko gnojivo je primijenjeno neposredno pred sjetvu krupnika (sorta Nirvana), a mikrobiološko gnojivo (Slavol) je primjenjivano u prihrani na oba lokaliteta. Na drugom lokalitetu, na području planine Zlatar, u brdsko-planinskim uvjetima na preko 1000 m nadmorske visine provedena su istraživanja utjecaja različitih mikrobioloških gnojiva (Uniker i Slavol) i kondicionera tla (hidrogel i zeolit) na prinos krupnika u organskom sustavu uzgoja. Kondicioneri tla i mikrobiološko gnojivo Uniker i njihove kombinacije su primijenjeni tretiranjem tla neposredno pred sjetvu.

Najveći prinos na prvom lokalitetu ostvaren je u 2005/06. godini u varijanti gdje je uključeno organsko gnojivo i prihrana (7,34 t/ha). Na lokalitetu Zlatar, najbolja kombinacija mikrobioloških gnojiva i kondicionera tla u organskom sustavu uzgoja je bila uniker+zeolit, na kojoj je i ostvaren najveći prinos krupnika (5,53 t/ha).

Dobiveni rezultati pokazuju da alternativne vrste pšenice, i pored nešto nižeg prinosa u usporedbi s konvencionalnih krušnim sortama, zbog svojih specifičnosti u kvalitativnom smislu mogu biti vrlo interesantne proizvođačima za uzgoj u organskoj proizvodnji.

Ključne riječi: krupnik, organska proizvodnja, gnojiva, prinos zrna

## The effect of cultural practices on grain yield spelt (*Triticum aestivum* ssp *spelta*) in organic farming

### Abstract

The paper examined the impact of organic farming technology on grain yield spelt (*Triticum aestivum* spp. *spelta*) at two locations. The first location was a "Radmilovac" experimentally well-Faculty of Agriculture in Zemun on leached chernozem soil type. Organic farming technologies included conventional tillage, organic and microbiological fertilization without chemical crop protection. Organic fertilizer is applied just before sowing spelt (cultivar Nirvana), and microbiological fertilizer (Slavol) was applied in top-dressing at both locations. At the second location, in the mountains Zlatar, in mountainous conditions at over 1000 m above sea level research conducted microbiological effects of different fertilizers (Uniker and Slavol) and soil conditioners (hydrogel and zeolite) to yield of spelt in organic farming systems.

Soil conditioners and fertilizers Uniker microbiological, and combinations thereof are applied by treating the soil just before sowing.

The highest yield was achieved at the first site in 2005/06. year options with included organic fertilizer and top dressing (7,34 t/ha). At the site of Zlatar, the best combination of microbiological fertilizers and soil conditioners in organic farming system was uniker + zeolite, which is spelt, the highest yield of grain.

Key words: spelt, organic farming, fertilizer, grain yield

## Uvod

Krupnik (*Triticum aestivum* spp. *spelta*), bio je poznat Egipćanima jer su najstariji nalazi ove vrste pšenice nađeni u dolini Nila, i potječu iz četvrtog tisućljeća prije Krista, a prvi pisani podaci nađeni su u Bibliji. Ovu jestivu, pljevičastu vrstu pšenice koristili su za ishranu i stari Rimljani i uzgajali su je skoro u cijelom carstvu. Mađarska plemena, naseljavanjem u Panonsku nizinu, nastavila su sa uzgojem i korištenjem u ishrani ove pšenice, sve do polovice 20. stoljeća. Stvaranjem visokorodnih sorti ova vrlo značajna vrsta skoro je iščezla i održavana je samo u bankama gena širom svijeta. Međutim, aktivirana je ponovo sedamdesetih godina prošloga stoljeća, buđenjem ekološke svijesti stanovništva i neophodnosti konzumiranja zdravstveno sigurne hrane. Prvi koraci učinjeni su u Švicarskoj, zatim Austriji, a kasnije i u drugim razvijenim zemljama Zapadne Europe, Sjeverne Amerike, a poslije raspada komunizma i u zemljama koje se danas nalaze u tranziciji.

Novije sorte krupnika imaju vrlo visok sadržaj bjelančevina, koji kod nekih može biti i veći od 20%. Bjelančevine su sastavljene od 20 aminokiselina, od kojih su 8 esencijalne (\*\*), pa ih je neophodno unijeti hranom, jer ih ljudski organizam nije sposoban sintetizirati. Zrno krupnika sadrži dosta mineralnih tvari, mikroelemenata i ima značajno veći sadržaj vitamina B<sub>1</sub> i B<sub>2</sub> i niacina od obične pšenice. Ima i vrlo visok sadržaj selena, čiji nedostatak doprinosi pojavi oboljenja od raka.

Ne treba zanemariti značajnu ljekovitost ove alternativne vrste pšenice. Hranjive tvari u krupniku ne opterećuju probavni sustav, organizam ih lako usvaja, i brzo ulaze u krvotok. Krupnikov kruh preporučuje se i sportašima. "Dijeta" od krupnika je efikasna za liječenje crijevnih oboljenja, smetnji metabolizma, oboljenja bubrega, kod pretjeranog korištenja lijekova i raznih alergijskih simptoma uzrokovanih ishranom. Od očišćenog zrna krupnika može se dobiti integralno i bijelo brašno, odnosno kruh. Integralni kruh krupnika ima vrlo lijepu smečkastu boju koja potječe od mekinja koje sadrže najviše mikroelemenata i vlakana. Bijeli kruh krupnika je sličan običnom bijelom kruhu ali duže ostaje elastičan i mekan. Kruh od integralnog brašna krupnika ostaje mekan i tjedan dana, ima slatkast i prijatan ukus.

Krupnik ima skromnije zahtjeve prema klimatskim i zemljišnim uvjetima, te prema agrotehnici, otporan je prema štetočinama i bolestima i zato je pogodan za organsku proizvodnju. Organska proizvodnja strnih žitarica je zasnovana na korištenju plodoreda s većim učešćem leguminoza, žetvenih ostataka, zelenoj gnojdbi, korištenju mikrobioloških preparata, mehaničkoj kultivaciji i biološkoj kontroli bolesti, štetočina i korova (Kovačević, 2005.). Veći izbor i prihvatljivost svih sustava uzgoja zasnovanih na nižim eksternim ulaganjima nameće se kao pogodno rješenje za ekonomsko poboljšanje i probleme zaštite životne sredine i zdravlja ljudi koji su proistekli iz konvencionalnih sustava smatraju Liebman i Davis (2000.).

Ovaj rad ima za cilj iznalaženje tehnologije uzgoja modificiranjem osnovnih agrotehničkih mjera u uzgoju krupnika koji je posebno interesantan za organsku proizvodnju u agroekološkim uvjetima Srbije.

## Materijal i metode

Ispitivanja utjecaja organske tehnologije uzgoja na prinos zrna krupnika na prvom lokalitetu su provedena postavljanjem poljskog pokusa u tri ponavljanja tijekom 2005/06. (A<sub>1</sub>) i 2006/07. (A<sub>2</sub>) godine. U pokusu su ispitivane tri varijante: B<sub>1</sub>-kontrolna varijanta (bez primjene gnojiva), B<sub>2</sub>- gnojdba biohumusom i mikrobiološkim gnojivom u prihrani i B<sub>3</sub>-gnojdba samo mikrobiološkim gnojivom u prihrani.

Varijante sa gnojdbom su podrazumijevale primjenu biohumusa dobivenog po posebnom postupku od organskih tvari sa farmi svinja i peradi koje prerađuju muhe po posebnoj tehnologiji. Ovo organsko gnojivo pod trgovačkim nazivom "Biohumus Royal OFFERT" primijenjeno je neposredno pred osnovnu obradu. Karakterizira ga visoka pH vrijednost 8 i prosječan sadržaj: N 2,1%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 3,6% i K<sub>2</sub>O 2,2%.

Sve ove varijante smještene su u četveropoljni plodored koji je uključivao izmjenu usjeva po slijedećem redoslijedu: kukuruz-ozima pšenica-jari ječam+crvena djetelina-crvena djetelina.



## The effect of cultural practices on grain yield spelt (*Triticum aestivum* ssp *spelta*) in organic farming

Na drugom lokalitetu, na području planine Zlatar, selo Akmačići, u brdsko-planinskim uvjetima na preko 1000 m nadmorske visine provedena su istraživanja tijekom 2010/11. godine postavljanjem makropokusa površine 1 ha. Poljoprivredna površina koja je korištena za ovu namjenu je certificirana za organsku proizvodnju i na njoj nisu uzgajani poljoprivredni usjevi posljednjih sedam godina. Pored kontrolne varijante na kojoj nisu primjenjivana gnojiva i kondicioneri tla, posijane su još 4 različite varijante s kondicionerima tla (hidrogel i zeolit) i mikrobiološkim gnojivom Uniker i njihovim kombinacijama, tretiranjem tla neposredno pred sjetvu.

Za prihranu početkom ožujka svake godine primijenjeno je mikrobiološko gnojivo prep. "Slavol" (otopinom 50 ml/10 l vode). Sustav gnojidbe je upotpunjen s ovim preparatom zato što predstavlja prirodno mikrobiološko gnojivo koje sadrži dvije grupe bakterija nitrofiksatore i fosfominalizatore, kao i neke biostimulatore. Suština djelovanja ovog preparata se sastoji u tome, da pored snabdijevanja biljaka dušikom i fosforom, omogućava i produkciju entomo toksina koji štite biljke od insekata. Sve ovo zajedno utječe na ubrzan rast biljaka na jedan ekološko prihvatljiv način. Ovaj je preparat upotrijebljen s njegovom osnovnom namjenom, a i s ciljem da se krupniku osigura dio fosfora u proljetnim mjesecima kada mu je potreban.

Klasična obrada tla lemešnim plugom izvedena je na 25 cm dubine polovinom listopada na oba lokaliteta, a predsetvena obrada tanjuračom i drljačom neposredno nakon oranja.

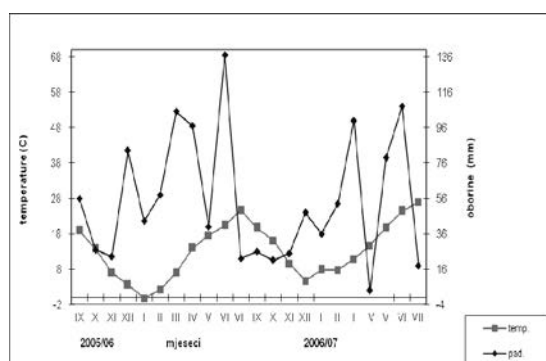
Novosadska sorta Nirvana, koja je poslužila kao predmet istraživanja, je kasna sorta pšenice *Triticum spelta*, vrlo otporna na zimu s pljevičastim zrnom. Koristi se za pripremu specijalnih kruhova koji se znatno brže peku u odnosu na kruh od obične pšenice.

Sjetva je obavljena ručno, krajem druge dekade listopada. U svim godinama ispitivanja za sjetvu je korišteno originalno sjeme Zavoda za strne žitarice Instituta za ratarstvo i povrtarstvo iz Novog Sada. Odmah nakon žetve mjereno je prinos zrna po elementarnim parcelama, a prinos je preračunat na 14% vlage. Statistička obrada podataka za prinos zrna krupnika obavljena je metodom analize varijance za dvo- odnosno jednofaktorijalne pokuse. Za pojedinačne usporedbe korišten je LSD test.

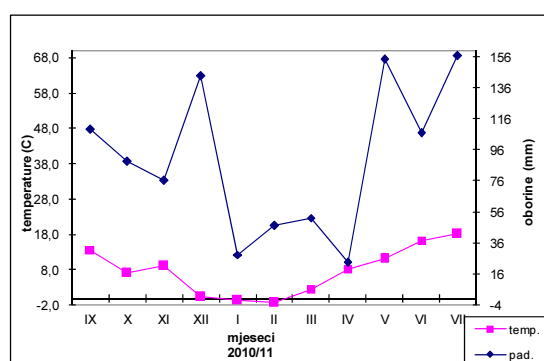
### Klimatske prilike za vrijeme provedbe pokusa

Klimatske prilike na ispitivanim lokalitetima su imali značajnog utjecaja na formiranje visine prinosa zrna pšenice (grafikoni 1 i 2). Kada su u pitanju klimatske prilike na prvom lokalitetu (grafikon 1), vidi se da je za ozimu pšenicu, uvjetno rečeno, povoljnija prva godina istraživanja. Ovu godinu karakteriziraju veće količine padalina u jesenjim i zimskim mjesecima, kao i dobar raspored padalina u proljeće i početkom ljeta, što je odgovaralo ispitivanoj uzgajanoj vrsti ozime pšenice. Druga godina ispitivanja 2006/07., nasuprot prvoj, bila je daleko nepovoljnija, s nedovoljnim količinama padalina tijekom zimskih i proljetnih mjeseci, što je imalo utjecaja na niže prinose ostvarene u toj godini.

Za ispitivanu godinu na drugom lokalitetu karakterističan je veliki nedostatak padalina tijekom proljeća. Takvi uvjeti su uglavnom utjecali na smanjenje prinosa zrna, posebno u varijantama bez kondicionera zeolita i hidrogela čiji je osnovni cilj čuvanje rezervi vlage u tlu.



Graf 1. Klimatske prilike u ispitivanom razdoblju na pokusnom polju Radmilovac



Graf 2. Klimatske prilike u ispitivanom razdoblju na pokusnom polju na Zlataru

## Rezultati i rasprava

Podaci o utjecaju organske tehnologije uzgoja na prinos zrna alternativne vrste ozime pšenice vidljivi su u Tablici 1.

Tablica 1. Utjecaj organske tehnologije uzgoja na prinos zrna krupnika (t/ha)

Godina	Kontrola	Organsko gnojivo (biohumus) + Slavol	Slavol	Prosjek
Prvi lokalitet (Radmilovac)				
2005/06.	4,26	7,34	5,86	5,82
2006/07.	3,47	4,33	2,81	3,54
Prosjek	3,86	5,84	4,34	4,68
Drugi lokalitet (Zlatar)				
Gnojidba+prihrana				
	kontrola		3,00	
2010/11.	Uniker+hidrogel		4,87	
	Uniker		3,73	
	Uniker+Zeolit		5,53	
	Zeolit		5,77	
Prosjek			4,38	
I lokalitet		II lokalitet		
LSD 0.05	0.01	LSD	0.05	0.01
A	0.692	A	0.313	0.430
B	0.847			
AB	1.199			
	1.644			

Promatrajući utjecaj godina kao faktora na prinos zrna krupnika vidi se da su ostvarene razlike u prinosu statistički vrlo značajne. Prinosi zrna ozime pšenice u prvoj ispitivanoj godini (5,82 t/ha) bili su vrlo značajno veći od prinosa u drugoj (3,54 t/ha). Na ovu činjenicu dominantan utjecaj imale su klimatske prilike, posebno količina i raspored padalina. Povoljne klimatske prilike, posebno u vegetacionom razdoblju usjeva, uglavnom imaju pozitivan utjecaj na visinu prinosa zrna strnih žitarica (*Oljača i sur.*, 2010.).

Ishrana biljaka je važan element organske tehnologije uzgoja žitarica (*Kovačević i sur.*, 2007.), na što ukazuju i naši rezultati. Kombinacija organskog i mikrobiološkog gnojiva dala je vrlo značajno veći prinos (5,84 t/ha) od gnojidbe samo mikrobiološkim gnojivom (4,34 t/ha), a posebno u odnosu na kontrolnu varijantu bez primjene gnojiva (3,86 t/ha). Zanimljivo je da su razlike između ove dvije gnojidbe više izražene u nepovoljnijoj godini za ozimu pšenicu (4,33:2,81 t/ha). U sušnoj godini, kakva je bila 2006/07. zbog nedostatka vlage izostaje pun efekt djelovanja, posebno ako je primijenjeno samo mikrobiološko gnojivo.

Rezultati prinosa u interakciji (godina x gnojidba) pokazuju sličnu tendenciju kao u prethodnom slučaju. Naime, veći efekt gnojidbe ostvaren je u godini s povoljnim rasporedom padalina u odnosu na sušnu godinu.

Razlog nižih prinosa zrna na drugom lokalitetu ispitivanja jesu, prije svega, nešto lošija osnovna i predstjevena priprema tla a samim tim je i kvaliteta sjetve bila slabija. Sve je to dovelo do manjeg broja izniklih biljaka po jedinici površine, a taj nedostatak se ne može kasnije nadoknaditi nijednom drugom agrotehničkom mjerom. Razlike u prinosu između ispitivanih varijanata gnojidbe su uglavnom bile statistički značajne. Najpovoljnije su bile varijante s kondicionerima tla, jer je njihov utjecaj najveći u uvjetima nedostatka vode u tlu.

## Zaključak

Na temelju rezultata ispitivanja organske tehnologije uzgoja na prinos zrna krupnika može se zaključiti slijedeće:

Na prinos zrna na oba lokaliteta imale su utjecaj vremenske prilike. Efekt primijenjenih organskih i mikrobioloških gnojiva, kao i kondicionera tla uglavnom je ovisio o količini i rasporedu padalina, a posebno tijekom vegetacijskog razdoblja usjeva.

Kombinacijom osnovne gnojidbe s biohumusom i mikrobiološkim preparatom u prihrani dobiveni su veći prinosi od primjene samo dopunske gnojidbe.

## The effect of cultural practices on grain yield spelt (*Triticum aestivum*ssp *spelta*) in organic farming

Primjenom kondicionera tla u kombinaciji s mikrobiološkim gnojivima, kako u osnovnoj primjeni, tako i u prihrani dobiveni su veći prinosi zrna krupnika.

Rezultati ovih istraživanja pokazuju da se uvođenje novih tehnologija u proizvodnju alternativnih vrsta pšenice mora zasnivati na pažljivom odabiru agrotehničkih mjera i njihovom prilagođavanju principima organske tehnologije uzgoja.

### Literatura

Leibman, M., Davis, S.A. (2000): Integration of soil, crop and weed management in low-external-input farming systems. Weed Research. Vol. 40.27-47.

Kovačević, D. (2005): Organsko ratarstvo. p.35-70. Poglavlje u monografiji Organska poljoprivredna proizvodnja (ed. Dušan Kovačević i Snežana Oljača). Poljoprivredni fakultet. Beograd-Zemun. GND Produkt. Zemun.

Kovačević D., Dolijanović Ž., Oljača Snežana, Milić Vesna (2007): Organska proizvodnja alternativnih vrsta ozime pšenice. Poljoprivredna tehnika, God. XXXII, No. 4, 39-46.

Oljača Snežana, Dolijanović Ž., Glamočlija Đ., Đorđević Snežana, Oljača Jasmina (2010): Productivity of winter rye in organic vs. conventional cropping system. Journal of Agricultural Sciences, Vol. 55, No. 2, 2010, pp 123-129.

\*\*\* [http://www.poljoberza.net/AutorskiTekstoviJedan.aspx?ime=AR4\\_08\\_02.htm&autor=12](http://www.poljoberza.net/AutorskiTekstoviJedan.aspx?ime=AR4_08_02.htm&autor=12)

### Zahvala

Ova istraživanja su rezultat projekta TR31066 kojeg financira Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

sa2012\_0105

# Dynamics of water and dry matter accumulation in maize inbreds induced by amino acid foliar fertilizer

Vesna DRAGIČEVIĆ<sup>1</sup>, Milan BRANKOV<sup>2</sup>, Milena SIMIĆ<sup>1</sup>, Sava VRBNIČANIN<sup>3</sup>, Irena JUG<sup>4</sup>, Igor SPASOJEVIĆ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Maize Research Institute, Zemun Polje, Belgrade-Zemun, Serbia  
(e-mail: vdragicevic@mrizp.rs)

<sup>2</sup>Scholar of the Ministry of Education and Science of the Republic of Serbia

<sup>3</sup>Faculty of Agriculture, Belgrade-Zemun, Serbia

<sup>4</sup>Faculty of Agriculture in Osijek, Osijek, Croatia  
(e-mail: vdragicevic@mrizp.rs)

## Abstract

Direct supply of amino acids through foliar fertilizers facilitates protein synthesis and plant growth. The aim of this study was to examine the effects of foliar fertilizer with amino acids on dry matter (DM) and free water content in leaves, as well as harvest index (HI) of five ZP maize inbred lines. In inbreds with lowest DM content, fertilizer increased DM accumulation, compared to control. It also induced increase of free water content, up to 17 % leading to better water management, up to anthesis period. During anthesis period, it decreased DM and free water contents in inbreds with higher DM and water accumulation, by better substance conversion present in increase of HI, as yielding parameter.

Key words: maize, amino acid foliar fertilizer, dry matter, water, harvest index

## Introduction

The significance of nitrogen nutrition in plant growth and yielding is well known. Special attention is given to translocation of cycled nutrients to the shoot through the xylem, what has importance in plant growth, especially under stress conditions (Marschner et al., 1997). A model of N flow in castor bean (*Ricinus communis*) demonstrated that N exported from leaves moved downwards to the root rather than directly feeding younger leaves higher up the shoot (Jeschke and Pate, 1991). It has been reported that over 60 % of the amino-N flux in the xylem was cycling in young wheat and rye plants (Cooper and Clarkson, 1989).

The role of nitrogen, i.e. proteins in plant metabolism and photosynthesis is well known. Nitrogen deficiency had only a small effect on the quantum yield of CO<sub>2</sub> assimilation, but a large effect on the light-saturated rate of photosynthesis (Khamis et al, 1990). From that point of view importance of amino acids is emphasized, they are essential for all living organisms. During the stress periods, the plants energy is not used to form proteins, but to synthesize different amino acids (Mertz et al, 1952). Consequently, a direct supply of amino acids facilitates protein synthesis and plant growth. Foliar feeding, provides nutrients through the foliage of the plant, which has the ability to absorb and translocate certain minerals within plant tissues. Application of increased doses of amino acid foliar fertilizers on fenugreek and onion plants induced increase of dry and fresh matter, as well as the other growth parameters and yield (Ahmed Magda et al., 2010; Shaheen et al., 2010). Additional impact of foliar N application is reflected through better plant yielding and increase of harvest index of triticale and maize (Kinaci and Gulmezoglu, 2007; Shirvani Sarakhsi et al., 2010).

The aim of this study was to examine the effects of foliar fertilizer with amino acids on dry matter and water content in leaves, as well as harvest index of five ZP maize inbred lines.

## Material and methods

Field experiment was conducted during 2010 and 2011 at the experimental field of Maize Research Institute (Zemun Polje, Serbia), on a slightly calcareous chernozem soil type. Winter wheat was used as a preceding crop. Effects of the foliar fertilizer Activeg (12:4:6 + 0,2 MgO + ME + aminoacids), applied in doze of 4 l ha<sup>-1</sup> on the 5 ZP maize inbreds was examined: PL 38 – L1, PL 39 – L2, 355/99 – L3, 375-25-6 – L4 and 155/18-4/1 – L5. The main plots encompassed one 10 m row of each inbred line in 4 replications, while subplots included a treatment and a control. Inbreds were sown manually on April 26-28 2010 and 2011, while fertilizer was applied in the 4-6 leaf stage of maize (19 May 2010 and 27 May 2011).

The samples (3-5 plants per replication) were collected: 48 hours (phase I) and 21 days (phase II) after the foliar fertilizer application, while leaves from whole plant were collected during anthesis period (phase III, 13 July 2010 and 8 July 2011 for L1, 19 July 2010 and 2011 for L2, 28 July 2010 and 27 July 2011 for L3, 26 July 2010 and 2011 for L4 and 22 July 2010 and 20 July for L5) and then they have weighted. The air dry matter (DM) of shoots and leaves was determined after drying at 40 °C in ventilation dryer, while the content of free water was calculated as a difference between fresh and dry matter. The whole plant biomass was harvested and ratio of grain (measured at the end of a growing cycle and calculated with 14% of moisture) to stover presents harvest index (HI). Harvesting was performed for L1 on 5 September 2010 and 2011, for L2 on 9 September 2010 and 12 September 2011, for L3 on 4 October 2010 and 29 September 2011, for L4 on 12 October 2010 and 25 September 2011 and for L5 on 27 September 2010 and 14 September 2011.

Obtained data were presented as average for both years and statistically processed by the analysis of variance (ANOVA) with differences of means at the 0.05 probability level (LSD<sub>0.05</sub>).

**Table 1. Average monthly air temperatures and monthly precipitation sums from April to September 2010 and 2011 in Zemun Polje**

Months	Temperature (°C)		Precipitation (mm)	
	2010	2011	2010	2011
April	13.2	13.4	44.0	14.9
May	17.5	16.8	64.1	89.6
June	21.0	21.5	167.3	26.2
July	23.2	23.3	35.6	44.0
August	23.1	23.9	68.2	66.0
September	17.6	21.6	68.0	32.6
Average/Sum	19.3	20.1	447.2	273.3

## Meteorological conditions

Mean daily air temperatures during the growing season were higher in 2011, while the total precipitations from April to September were considerably lower in 2011 (273.3 mm) than in 2010 (447.2 mm). If compared, 2010 and 2011 relative higher precipitation amount during May and July were significant for plant growth during phases II and III.

## Results and discussion

According to plant growth, the DM (Table 2) and free water content (Table 3) had increasing trend from phase I up to phase III, in significant. The differences between average values of DM and free water content between inbreds and treatments were insignificant, with highest values obtained at L3 and L4, in general. The interaction between treatments and inbreds was insignificant, too.

In inbreds with lowest DM content (L1 and L2, Table 2), Activeg fertilizer increased average DM accumulation about 10 %. Other than maize, results with application of increased doses of amino acid foliar fertilizers on fenugreek and onion plants induced increase of dry matter, as well as growth parameters (Ahmed Magda et al., 2010; Shaheen et al., 2010). Moreover, amino acid fertilizer induced increase of free water content in maize shoots and leaves, compared to control (Table 3), up to 17 % in L5 (Table 3), indicating better water absorption, akin to results of Akin (2011) who achieved better water absorption with foliar application of humic acid on vine leaf. Interaction between inbred and phase display no significant

differences between genotypes in free water content (Table 3), while difference between phases was significant. Opposite than that, significant differences between genotypes, as well as between treatment and control was observed in DM in phase III (Table 2), indicating prolonged effect of amino acid fertilizer, either it induced DM increase (like at L1, L2 and L5) or decrease (like at L3 and L4). Parallel to that, Ahmed Magda et al (2010); Hassan et al (2010) and Shaheen et al (2010) are underlining positive effect of amino acid foliar fertilizers on plant fresh matter accumulation.

The ratio between average free water and DM content (calculated on data from Tables 1 and 2) had the highest values in phase II (range from 6.6 to 9.8) evidencing about highest physiological activity and water absorption. The ratio had the higher values in treatment with foliar fertilizer (8.8 on average), opposite to control (7.1 on average). The ratio was lowered to anthesis phase with negligible differences between treatments and genotypes.

**Table 2. Effects of foliar fertilizer on DM (g plant<sup>-1</sup>) dynamics of maize shoots/leaves**

Phase	Inbred	L1	L2	L3	L4	L5	Aver.
I	Treat.	0.50	0.36	0.42	0.41	0.36	0.41
	Control	0.27	0.20	0.40	0.36	0.24	0.30
	Aver.	0.39	0.28	0.41	0.39	0.30	0.35
II	Treat.	5.87	5.56	5.10	6.24	4.15	5.38
	Control	5.95	5.08	5.42	5.33	3.05	4.96
	Aver.	5.91	5.32	5.26	5.78	3.60	5.17
III	Treat.	13.66	22.56	27.48	28.37	24.56	23.33
	Control	11.87	20.21	31.97	33.17	24.34	24.31
	Aver.	12.77	21.39	29.72	30.77	24.45	23.82
Aver. phases	Treat.	6.68	9.49	11.00	11.67	9.69	9.71
	Control	6.03	8.50	12.60	12.96	9.21	9.86
	Aver.	6.35	8.99	11.80	12.31	9.45	9.78
LSD <sub>0.05</sub>	Treatm.	Phase	Inbred	Tr. x Ph.	Tr. x Inb.	Ph. x Inb.	Tr. x Ph. x Inb.
	11.38	4.89	11.47	5.06	11.17	3.48	2.28

**Table 3. Effects of foliar fertilizer on dynamics of free water content (g plant<sup>-1</sup>) in maize shoots/leaves**

Phase	Inbred	L1	L2	L3	L4	L5	Aver.
I	Treat.	2.83	1.82	1.88	2.19	1.79	2.10
	Control	1.46	0.99	2.03	2.10	1.14	1.54
	Aver.	2.14	1.40	1.95	2.14	1.46	1.82
II	Treat.	51.03	45.71	40.43	60.89	37.91	47.19
	Control	44.68	35.27	37.18	39.90	20.11	35.43
	Aver.	47.86	40.49	38.81	50.40	29.01	41.31
III	Treat.	42.48	59.92	81.29	90.32	69.92	68.79
	Control	39.90	60.01	89.75	101.48	69.29	72.09
	Aver.	41.19	59.96	85.52	95.90	69.60	70.44
Aver. phases	Treat.	32.11	35.81	41.20	51.13	36.54	39.36
	Control	28.68	32.09	42.99	47.83	30.18	36.35
	Aver.	30.40	33.95	42.09	49.48	33.36	37.86
LSD <sub>0.05</sub>	Treatm.	Phase	Inbred	Tr. x Ph.	Tr. x Inb.	Ph. x Inb.	Tr. x Ph. x Inb.
	37.06	23.83	37.39	24.66	37.02	22.19	22.23

**Table 4. Effects of foliar fertilizer on harvest index (%)**

Inbred	L1	L2	L3	L4	L5	Aver.
Treat.	36.8	64.9	53.8	75.9	64.3	59.1
Control	31.7	53.7	45.2	67.4	71.0	53.8
Aver.	34.3	59.3	49.5	71.6	67.6	56.5
LSD <sub>0.05</sub>	Treatment		Inbred		Treatment x Inbred	
	22.1		17.8		16.5	

Considering the interaction between treatment, phase and inbred in DM and free water contents, there was significant differences only between phases, as well as between inbreds in phase III. Additionally, significantly higher DM content was observed at L3 and L4 in control in phase III (Table 2). It is important to underline that such situation at L4, together with highest free water accumulation (Table 3) and HI (Table 4) indicated better substance conversion into grain, what is in accordance with statement of Gooding and Davies (1992), who uphold that foliar fertilization with N could induce its better consumption and as a consequence increase of the grain yield.

Parallel with DM and free water contents, significant differences in HI were observed between inbreds but not between treatment and control (Table 4). As it was upper mentioned, the highest HI was achieved at L4, while the highest difference between treatment and control was observed at L2 (17 %), as genotype with relative low DM and free water content. According to results of Kinaci and Gulmezoglu (2007); Shirvani Sarakhsi et al. (2010) foliar fertilizers, particularly N increased growth parameters, as well as HI of triticale and maize.

### Conclusions

Obtained results indicate that Activeg foliar fertilizer induced better water management leading to higher water absorption other than DM accumulation, up to anthesis period. During anthesis period, it decreased DM and free water contents in inbreds with higher DM and water accumulation, by better substance conversion present in increase of HI, as yielding parameter.

### References

- Ahmed Magda A.G., Mohamed H., Hassanein M.S. (2010): Assessment of Razomare foliar fertilizer compound on growth and yield of fenugreek cultivars grown in sandy soil. *International Journal of Academic Research* (2): 159-165.
- Akin A. (2011): Effects of some growth regulating applications on leaf yield, raw cellulose and nutrient element content of the Müsküle table grape variety. *Afr. J. Biotechnol.* (10): 5601-5607.
- Cooper H.D., Clarkson D.T. (1989) Cycling of amino-nitrogen and other nutrients between shoots and roots in cereals—a possible mechanism integrating shoot and root in the regulation of nutrient uptake. *Journal Exp. Bot.* 40: 753-762.
- Gooding M.J., Davies W. P. (1992): Foliar urea fertilization of cereals: A review. *Fertilizer Research* (32): 209-222.
- Hassan H.S.A., Sarrwy S.M.A., Mostafa E.A.M. (2010): Effect of foliar spraying with liquid organic fertilizer, some micronutrients, and gibberellins on leaf mineral content, fruit set, yield, and fruit quality of “Hollywood” plum. *Agric. Biol. J. N. Am.*, (1): 638-643.
- Jeschke W.D., Pate J.S. (1991): Modeling of the uptake, flow and utilization of C, N and H<sub>2</sub>O within whole plants of *Ricinus communis* L. based on empirical data. *J. Plant Physiol.* (137): 488-498.
- Khamis S., Lamaze T., Lemoine Y., Foyer C. (1990): Adaptation of the photosynthetic apparatus in maize leaves as a result of nitrogen limitation. *Plant Physiol.* (94): 1436-1443.
- Kinaci E., Gulmezoglu N. (2007): Grain yield and yield components of triticale upon application of different foliar fertilizers. *Interciencia* (32) 624-628.
- Marschner H., Kirkby E.A., Engels C. (1997): Importance of cycling and recycling of mineral nutrients within plants for growth and development. *Bot. Acta* (110): 265-273.
- Mertz E.T., Singleton V.L., Garey C.L. (1952): The effect of sulfur deficiency on the amino acids of alfalfa. *Arch. Biochem Biophys.* (38):139-45.
- Shaheen A.M., Rizk F.A., Habib H.A.M., Abd El – Baky M.M.H. (2010): Nitrogen soil dressing and foliar spraying by sugar and amino acids as affected the growth, yield and its quality of onion plant. *J. Amer. Sci.* (6): 420-427.
- Shirvani Sarakhsi H., Yarnia M., Amirniya R. (2010): Effect of nitrogen foliar application in different concentration and growth stage of corn (Hybrid 704). *Adv. Environ. Biol.* (4): 291-298.

### Acknowledgements

This study was supported by the Ministry of Education and Science of the Republic of Serbia by the Project TR-31037.

sa2012\_0106

# Pogodnost poljoprivrednog zemljišta za voćarstvo na području općine Bednja

Stjepan HUSNJAK, Zlatko ČMELIK, Nikola STRIBER

Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska  
(e-mail: shusnjak@agr.hr)

## Sažetak

Poljoprivredne površine na području općine Bednja, predstavljaju važan prirodni resurs za njezin razvoj. Od posebne je važnosti korištenje zemljišta za razvoj voćarske proizvodnje za koju postaje značajan interes. Osnovni cilj ovog rada je izvršiti procjenu pogodnosti poljoprivrednog zemljišta za voćarstvo, kako bi se moglo ukazati na mogućnosti daljnjeg razvoja ove grane poljoprivrede. Uvažavajući značajke tla, klime i reljefa, te zahtjeve za intenzivnim uzgojem jabuke, šljive i jagode, izvršena je procjena pogodnosti, temeljem čega je utvrđeno da se na području općine nalazi 2.282 ha pogodnog zemljišta za uzgoj jabuke, 972 ha za uzgoj jagode, te 2.304 ha za uzgoj šljive. U okviru planiranja razvoja poljoprivrede, ovakva istraživanja su nužna, prije svega zbog mogućnosti stvaranja jasnih i ispravnih koncepcija u sklopu vođenja agrarne politike i namjenskog kreditiranja poljoprivrednih obiteljskih gospodarstva, a što je danas izuzetno aktualno.

Ključne riječi: zemljište, pogodnost, voćarstvo, općina Bednja

## Suitability of agricultural land for fruit growing on the Bednja region

### Abstract

The agricultural land on the territory of Bednja region is a very important resource for its development. It is of great interest to use this land for developing fruit production. The main goal of this work is to make an estimate of favourable conditions for fruit growing on the agricultural land, in order to point out the possibilities of further development of this agricultural branch. Having in mind the characteristics of the soil, the climate, the relief, and demands for growing apples, plums and strawberries, an estimate has been made of how favourable the soil is, and based on that, it is concluded that in this region there are 2,282 hectares of suitable land to grow apples, 972 hectares for growing strawberries, and 2,304 hectares for growing plums. Within the plans of agricultural development, this kind of research is necessary, mainly to make clear and correct approach within the concept of agrarian strategy and specified financing of family-managing agricultural estates, which is currently of great interest.

Key words: land, suitability, fruit growing, Bednja region

### Uvod

Područje općine Bednja nalazi se u sastavu Varaždinske županije na njezinom krajnjem zapadnom dijelu. Poljoprivredne površine na području općine, predstavljaju važan prirodni resurs za daljnji gospodarski razvitak ovog područja. Od posebne je važnosti korištenje poljoprivrednog zemljišta za razvoj voćarske proizvodnje za koju postaje značajan interes. Na temelju postojećih saznanja o agroekološkim značajkama na području općine Bednja, za pretpostaviti je da postoje određeni potencijali za razvoj voćarske proizvodnje,



čiji bi razvoj trebao biti jedno od središnjih pitanja u okviru planiranja daljnjeg gospodarskog razvitka. Stoga je osnovni cilj ovog rada utvrditi agroekološke značajke, odnosno značajke tla, klime i reljefa, te uz uvažavanje zahtjeva pojedinih voćnih vrsta izvršiti procjenu pogodnosti zemljišta za voćarstvo, kako bi se moglo ukazati na mogućnosti daljnjeg razvoja ove grane poljoprivrede.

### Materijal i metode

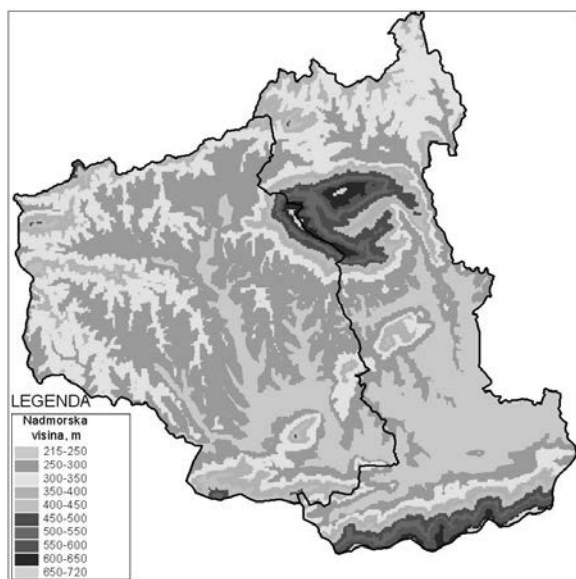
Značajke tla utvrđene su korištenjem postojećih podataka iz Osnovne pedološke karte RH mjerila 1:50.000 (xxx OPK). Značajke reljefa utvrđene su na temelju topografskih karata mjerila 1:50.000, a značajke klime na temelju podataka s meteoroloških postaja Bednja i Pregrada. Procjena pogodnosti zemljišta izvršena je na temelju FAO metode (FAO, 1976) uvažavajući pored značajki tla, klime i reljefa, ekonomski aspekt poljoprivredne proizvodnje u odnosu na zahtjeve voćnih kultura u konvencionalnoj i ekološkoj poljoprivrednoj proizvodnji. Zahtjevi pojedinih voćnih vrsta utvrđeni su na temelju postojeće literature (Miljković, 1991). Sadašnja voćarska proizvodnja utvrđena je na temelju analize podataka dobivenih od stručnih službi općine. U okviru kartografskog dijela izrade karata pogodnosti u radu je korišten ESRI programski paket. Za jedinstveni koordinatni sustav podataka odabrana je Gaus-Krügerova projekcija sa 5 zonom.

### Rezultati istraživanja

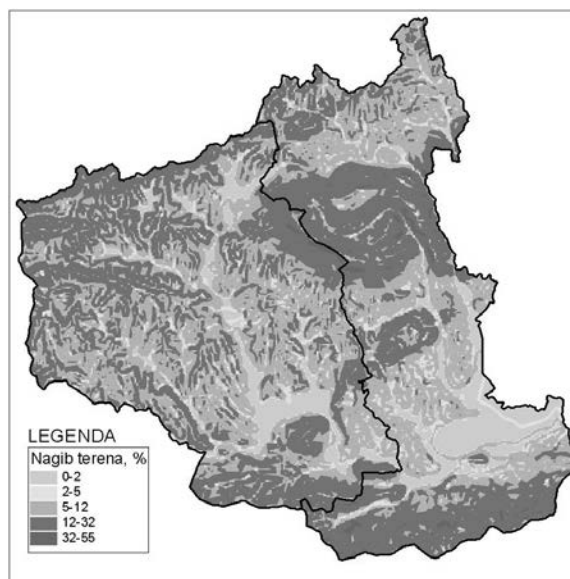
Općina Bednja zauzima površinu od 75,6 km<sup>2</sup>. Prema popisu stanovništva iz 2001. godine, ima 4770 stanovnika. Područje općine dio je prirodne cjeline gornjeg porječja rijeke Bednje, koje je sa sjeveroistočne strane omeđeno Ravnom Gorom (680 m n.m.), s južne strane Strahinjšćicom (847 m n.m.) te sa zapadne strane Maceljском gorom (718 m n.m.).

### Značajke reljefa

Radi procjene pogodnosti poljoprivrednog zemljišta za voćarstvo, izrađene su karte nadmorske visine i nagiba terena, s obzirom da nagib i nadmorska visina terena mogu predstavljati s aspekta reljefa dominantna ograničenja za voćarstvo. Na temelju analize karte nadmorske visine terena koja je prikazana na slici 1, utvrđeno je da na istraživanom području visina terena varira od 215 do 720 m. S obzirom na prostornu rasprostranjenost, utvrđeno je javljanje dvije vrste reljefa, brdoviti i niži gorski. Dominira vrsta brdovitog reljefa koja zauzima čak 94,7% istraživanog područja a koju karakterizira nadmorska visina od 215-500 m n.m. Preostali dio otpada na vrstu nižeg gorskog reljefa, koju karakterizira dakle nadmorska visina iznad 500 pa do 720 m n.m.



Slika 1: Karta nadmorske visine terena



Slika 2: Karta nagiba terena

Važan element reljefa su padine sa svojim nagibom. Iz toga razloga, određivanje nagiba jedan je od bitnih elemenata analize reljefa. Temeljem analize karte nagiba terena (slika 2), utvrđeno je da na području općine dominiraju umjerene do umjereno strme padine (5-32%), te strme padine (>32%).

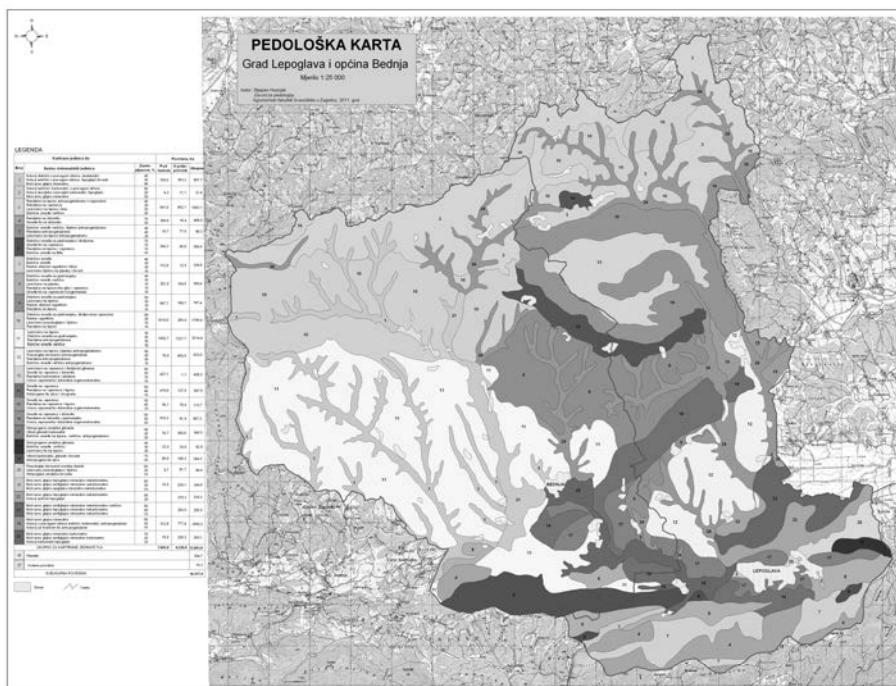
### Značajke klime

U procjeni pogodnosti zemljišta, jedan od vrlo važnih čimbenika je upravo klima, premda na nju možemo najmanje utjecati. Općina Bednja smještena je u sjeverozapadnoj Hrvatskoj, te zemljopisno pripada području kontinentalne klimatske zone. Prosječne godišnje količine oborina na hidrometeorološkoj postaji Bednja, iznose 1081,0 mm, odnosno variraju od 974,5 mm do 1222,3 mm. Prosječna mjesečna količina oborina varira od 47,5 mm u mjesecu travnju, do 138,6 mm u mjesecu kolovozu. Srednja godišnja temperatura zraka iznosi 10,2°C, s time da koleba od 8,8 do 12 °C. Srednja mjesečna temperatura zraka varira od 0,5°C izmjereno u mjesecu siječnju, što znači da je to i najhladniji mjesec, do 20,5°C izmjereno u mjesecu srpnju, odnosno najtoplijem mjesecu.

### Značajke tala

Osnovni pedološki podaci prikazani su na pedološkoj karti općine Bednja, mjerila 1:50.000 slika 3. Na karti je izdvojeno 25 kartiranih jedinica tala. Analizom i obradom pedološke karte utvrđeno je javljanje 11 tipova tala i njihovih nižih jedinica na razini podtipova, varijeteta ili formi. Od ukupno 11 tipova tala, 9 tipova pripada automorfnom odjelu (koluvij, crnica vapnenačko-dolomitna, rendzina, ranker, smeđe tlo na vapnencu i dolomitu, distrično smeđe tlo, eutrično smeđe tlo, lesivirano tlo i antrpogeno tlo) a dva tipa tla hidromorfnom odjelu tala (močvarno glejno i pseudoglej). Odjel automorfnih tala karakterizira vlaženje isključivo oborinskom vodom pri čemu se u profilu ne javlja prekomjerno vlaženje. Tla iz odjela hidromorfnih tala karakterizira povremeno prekomjerno vlaženje suvišnom podzemnom, poplavnom ili slivnom vodom s viših terena. Daljnjom inventarizacijom utvrđeno je da od ukupnih površina na području poljoprivrednog zemljišta koje iznose 6.230,0 ha, automorfna tla zauzimaju 4.647,7 ha ili 74,6%, a hidromorfna tla 1.582,3 ha ili 25,4%.

Osnovne značajke pojedinih tipova tala detaljno su prikazane u postojećoj literaturi (Škorić 1986). Za potrebe procjene pogodnosti zemljišta utvrđene su i značajke kartiranih jedinica tla koje uključuju nagib terena, stjenovitost, kamenitost, nadmorsku visinu, teksturu tla, dreniranost, način vlaženja, ekološku dubinu i matični supstrat, a one potpunije karakteriziraju pojedine sistematske i kartirane jedinice tla.

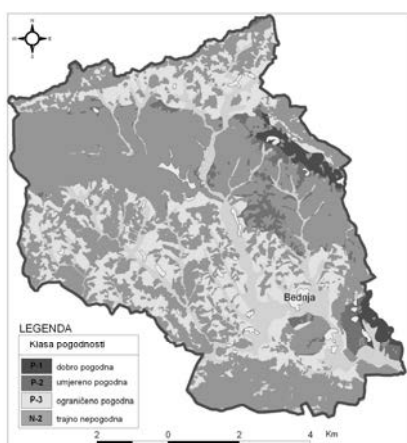


Slika 3: Pedološka karta općine Bednja

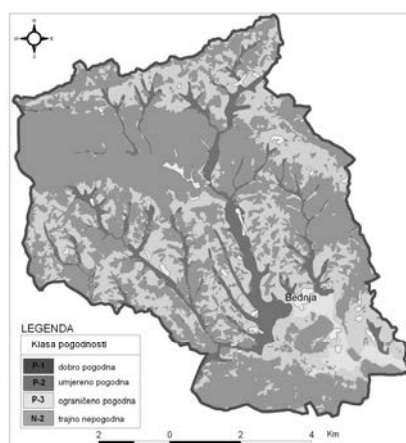
Procjena pogodnosti poljoprivrednog zemljišta za voćarstvo

Procjena sadašnje pogodnosti poljoprivrednog zemljišta za voćarstvo odnosno za uzgoj šljive, jabuke i jagode, izvršena je uvažavajući značajke tla, klime i reljefa, te zahtjeve spomenutih voćnih vrsta za njihovim intenzivnim uzgojem. Procjena pogodnosti izvršena je prema kriterijima i normativima danim u okviru FAO metode procjene zemljišta, na način da su pojedine kartirane jedinice tla svrstane u redove, klase i potklase pogodnosti. Procjenom su utvrđena ograničenja kartiranih i sistematskih jedinica tla koja obuhvaćaju nadmorsku visinu, nagib terena, ekološku dubinu, dreniranost tla, reakciju (pH) tla, humoznost tla, sadržaj ukupnih karbonata, sadržaj fiziološki aktivnog vapna, režim vlažnosti, vertičnost, opskrbljenost hranivima, stjenovitost i kamenitost.

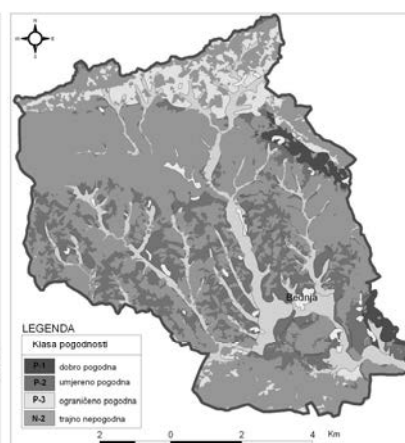
Na temelju procjene pogodnosti kartiranih jedinica tla, izrađene su karte pogodnosti (slike 4, 5 i 6), temeljem čega je izvršena inventarizacija površina pojedinih klasa pogodnosti.



Slika 4: Karta pogodnosti za uzgoj jabuke



Slika 5: Karta pogodnosti za uzgoj jagode



Slika 6: Karta pogodnosti za uzgoj šljive

Dobro pogodna tla P-1 klase pogodnosti obuhvaćaju zemljišta bez značajnih ograničenja za uzgoj pojedinih voćnih vrsta ili s ograničenjima koja neće značajno utjecati na produktivnost i dobit proizvodnje. Na području općine nalazi se 164 ha takvog zemljišta za uzgoj jabuke i šljive, tablica 1. Umjereno pogodna tla P-2 klase pogodnosti, obuhvaćaju zemljišta s ograničenjima koja umjereno ugrožavaju produktivnost, i dobit proizvodnje pojedinih voćnih vrsta. Za uzgoj jabuke takvih zemljišta ima 348 ha, za uzgoj jagode 811 ha, a za uzgoj šljive čak 1.618 ha. Ograničeno pogodna tla P-3 klase pogodnosti, obuhvaćaju zemljišta s ograničenjima koja znatno ugrožavaju produktivnost i dobit proizvodnje pojedinih voćnih vrsta. Za uzgoj jabuke takvih zemljišta ima 1.770 ha, za uzgoj jagode 161 ha, a za uzgoj šljive 521 ha. Trajno nepogodna tla N-2 klase pogodnosti obuhvaćaju zemljišta s ograničenjima koja isključuju bilo kakvu mogućnost tehnološki i/ili ekonomski opravdanu proizvodnju navedenih voćnih vrsta. Najviše takvih tala ima za uzgoj jagode, a potom jabuke i šljive, tablica 1.

Tablica 1: Inventarizacija površina (ha) klasa pogodnosti

Klasa	Jabuka	Jagoda	Šljiva
P-1	163,9	-	163,9
P-2	348,3	811,0	1618,4
P-3	1770,1	161,3	521,6
N-2	993,9	2303,9	972,3

Ovdje je važno naglasiti da je nužno i moguće otkloniti utvrđena ograničenja na voćarskim područjima općine Bednja, odgovarajućim agro i hidromelioracijskim mjerama, kako bi se s aspekta plodnosti tla i zemljišta stvorili preduvjeti za intenzivan i ekonomski opravdani uzgoj navedenih voćnih vrsta.

## Zaključci

Temeljem provedenih istraživanja utvrđeno je postojanje značajnih i vrijednih zemljišnih resursa za razvoj voćarske proizvodnje na području općine Bednja. Za uzgoj jabuke na području općine nalazi se 2.282 ha poljoprivrednog zemljišta raznog stupnja pogodnosti, za uzgoj jagode 972 ha, a za uzgoj šljive 2.304 ha. U okviru podizanja nasada spomenutih voćnih vrsta, nužno je izvršiti uređenje zemljišta kako bi se otklonila postojeća ograničenja.

Za očekivati je da će ova istraživanja pridonijeti ukupnom razvoju poljoprivrede na području općine Bednja, pored ostalog i s ciljem stvaranja jasnih i ispravnih koncepcija u sklopu vođenja agrarne politike i namjenskog kreditiranja poljoprivrednih obiteljskih gospodarstva, a što je danas izuzetno aktualno

## Literatura

- FAO (1976). A framework for land evaluation. Soil Bull. No. 32. FAO, Rome and ILRI, Wageningen. Publ. No. 22
- Miljković I. (1991). Suvremeno voćarstvo. Udžbenik, Znanje –Zagreb.
- Striber N. (2011). Procjena pogodnosti poljoprivrednog zemljišta za voćarstvo na području općine Bednja. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.
- Škorić A. (1986). Postanak, razvoj i sistematika tla. Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu.
- xxx OPK - Osnovna pedološka karta Republike Hrvatske, mjerila 1:50.000. Arhiva na Zavodu za pedologiju Agronomskog fakultet u Zagrebu.

## Napomena

Istraživanja prikazana u ovom radu dio su diplomskog rada studenta Nikole Stribera naslova „Procjena pogodnosti poljoprivrednog zemljišta za voćarstvo na području općine Bednja“, obranjenog dana 27.06.2011. na Agronomskom fakultetu u Zagrebu.

**sa2012\_0107**

# Utjecaj N prihrane i malčiranja na prinos lubenica i količinu mineralnog N u tlu i procjednim vodama

Danijela JUNGIC<sup>1</sup>, Mario SRAKA<sup>1</sup>, Dean BAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska, (e-mail: dvrhovec@agr.hr)

<sup>2</sup> Institut za poljoprivredu i turizam Poreč, Carla Huguesa 8, 52440 Poreč, Hrvatska

## Sažetak

Cilj istraživanja bio je utvrditi utjecaj različitih doza dušika (60, 120 i 180 kg N/ha) i vrsta malča (crni PE film, slama i nemalčirano tlo) na prinos lubenica i moguće onečišćenje tla i procjednih voda mineralnim dušikom. Primjena različitih doza dušika fertirigacijom nije utjecalo na ukupni prinos lubenica. Procjeđivanje oborinske vode bilo je najmanje pod slamom (46,2 mm), a najveće (56,7 mm) sa nemalčiranog tla. Najmanje količine ispranog dušika (8,5 kg N/ha) utvrđene su na tretmanu pod slamom, gnojenom sa 60 kg N/ha, a najveće (23,1 kg N/ha) na nemalčiranom tretmanu, gnojenom sa 180 kg N/ha, što čini 14,3, tj. 12,8 % N dodanog gnojivom. Veće doze dušika nisu značajno utjecale na visinu prinosa lubenica, ali su povećale onečišćenje procijeđenih voda. Zadovoljavajući prinos lubenice ostvaren je pri gnojidbi sa 60 kg N/ha.

Ključne riječi: lubenica., malčiranje tla, fertirigacija, dušik, procjedna voda

## Influence of N sidedressing and mulching on watermelon yield and amount of mineral N content in soil and percolates

### Abstract

The goal of this research was to determine impact of different N fertilization and mulch materials on watermelon yield and possible dangerous of soil and percolate pollution by mineral N. Different rates of N (60,120, 180 kg N/ha), applied through fertigation, associated with soil mulching (black PE film, straw and unmulched soil) did not affect on total watermelon yield. The lowest amount of precipitation was percolated under the straw mulch (46,2 mm), and maximum under soil without mulch (56,7 mm). Total amount of leached mineral N varied from 8,5 kg N/ha, on S 60, to 23,1 kg N/ha, on WM fertilized with 180 kg N/ha, which was 14,3, and 12,8 % N from fertilizing. Increasing N fertilizing rates did not affect significantly on higher yield of watermelon, but it caused a large amount of leached mineral N. Satisfiable yield of watermelon was achieved at fertilization with 60 kg N/ha.

Key words: watermelon., mulching, fertigation, mineral nitrogen, percolated water

### Uvod

Proizvodnja lubenica u Republici Hrvatskoj zauzima sve više mjesta. Tako je ukupna proizvodnja lubenica i dinja u 2009. iznosila 44175 t, što je za 8567 t više u odnosu na 2008. godinu (Statistički ljetopis RH, 2010). Intenzivnu povrćarsku proizvodnju obilježava redovito navodnjavanje, te upotreba većih količina mineralnih

i organskih gnojiva, posebno dušičnih, kao i različitih materijala za malčiranje tla. Preporučene količine dušika za ostvarenje zadovoljavajućeg prinosa variraju u rasponu od 115 do čak 300 kg N ha<sup>-1</sup> (Srinivas i sur. 1989., Hochmuth i Cordasco 2000., Goreta i sur. 2005). Navedene količine različite su s obzirom na različite agroekološke i klimatske uvjete pri uzgoju lubenica. Korištenjem dušičnih gnojiva u količini većoj od preporučene, ne povećava se nužno i prinos, a dolazi do onečišćenja agroekosustava, posebno procjednih voda u ekološki osjetljivim krškim područjima, zbog njihovih specifičnih geopedoloških značajki. Prema Goreti i sur. (2005) veći učinak gnojidbe dušikom može se postići pravilnim doziranjem i rasporedom dušika tijekom cijele vegetacije, što se može postići metodom fertirigacije, čime se povećava iskorištenje hraniva i smanjuju ekonomski gubici u proizvodnji lubenice. Uz fertirigaciju, malčiranje različitim materijalima (slama, PE film, živi malč) omogućuje ekološke uvjete za ostvarenje maksimalnih prinosa povrća i sa aspekta održive poljoprivrede, doprinosi ekonomičnijem iskorištenju vode, smanjenju ispiranja hraniva iz tla, a time smanjuje i potrebe za gnojivima (Bowen i Frey, 2002). Stoga je cilj istraživanja bio utvrditi utjecaj gnojidbe različitim dozama dušika i vrste malča na prinos lubenica i sadržaj mineralnog dušika u tlu i procjednim vodama.

### Materijal i metode

Tijekom 2010. godine provedeno je istraživanje na proizvodnim površinama OPKD Valtura. Dvofaktorijski pokus postavljen je po split-plot shemi u tri ponavljanja. Glavni faktor gnojidba (G) imao je tri razine (60, 120 i 180 kg N/ha), a podfaktor malč (M) obuhvatio je tretmane tla bez malča (BM), pokrivenog sa slamom (S), i tlo malčirano crnim PE filmom (F).

Pokus je postavljen na dubokoj crvenici, čije su fizikalne i kemijske značajke utvrđene prema JDPZ (1971) i Škoriću (1982). Na dubini od 60 cm, postavljeno je 9 gravitacijskih lizimetara za mjerenje količine i kakvoće procjedne vode. Za praćenje dinamike vlage u tlu ukopani su gips blokovi na dubinama 15 i 30 cm, a početak navodnjavanja usklađen je sa stanjem vlažnosti tla (pri 60 % Fav). U pokusu je korišten kultivar lubenice Farao F<sub>1</sub>. Osnovna gnojidba lubenice obavljena je 26.04. sa 600 kg N/ha NPK 7:14:21, uz primjenu herbicida Treflan u količini 2 l/ha. Sustav za navodnjavanje kapanjem, slama i crni PE film postavljeni su ručno dva dana kasnije. Sadnja 50 dana starih presadnica u fazi 2-3 prava lista uz primjenu zemljišnog insekticida Dursbana G-7.5 u sadne jame obavljena je 17.05. U vegetaciji su provedene uobičajene mjere njege. Razmak između biljaka u redu iznosio je 1,0 m a između redova 1,5 m što čini sklop od 6700 biljaka po ha. Veličina osnovne parcele za faktor G bila je 135 m<sup>2</sup>, a za podfaktor M 45 m<sup>2</sup>. Osnovnom gnojidbom, na svim tretmanima, dodano je 42 kg N/ha, a preostale količine -18, 78 i 138 kg N/ha, dodane su tijekom vegetacije, višekratnim fertirigacijama ureom uz navodnjavanje. Prihrane su prilagođene vlažnosti tla, fenofazi biljke i u skladu sa preporučenim količinama prema Hartzu i Hochmuthu (1996). Berba lubenica obavljena je pet puta u vegetaciji, ručno i prema dinamici dozrijevanja plodova. Nakon svake berbe plodovi su sortirani na tržne i netržne, te su izbrojani i izvagani. Podaci su statistički obrađeni ANOVA-om, a srednje vrijednosti su uspoređene Duncanov-im testom uz  $P \geq 0.05$ , pomoću programa SAS/STAT 9.1. Uzorci tla za analizu mineralnog dušika uzeti su višekratno, iz oraničnog sloja tla (0-30 cm), pri čemu je NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N određen pomoću kompleksa žute boje (APHA, 1992), a NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N metodom po Jacksonu (1958), uz očitavanje na spektrofotometru, UV-1700 PharmaSpec, na valnoj dužini od 436 nm. Uzorci procijeđene vode iz gravitacijskih lizimetara uzimani su dekadno ili prema pojavi vode, čijim miješanjem su dobiveni kompozitni uzorci, za analize mineralnog dušika, prema metodi Chapmana i Pratta (1961).

### Rezultati i rasprava

Razlike u prinosima (tržni, netržni i ukupni) lubenice nisu bile statistički značajne s obzirom na gnojidbu, dok su statistički značajne razlike (uz  $P \leq 0,05$ ) bile samo kod prinosa netržnih plodova s obzirom na malčiranost tla (tablica 1.). Razlike su utvrđene između tretmana bez malča (4,26 t/ha) i malčiranog tla sa slamom (7,79 t/ha). Burst (2008.) navodi da je za visok prinos lubenice najzaslužnija kontinuirana i pravovremena opskrba biljke dušikom, posebice opskrba u kritičnim fenofazama, te da uz takvu dinamiku prihrane količina dušika može biti i do 30% manja uz iste prinose, što potvrđuju i naša istraživanja.

Dinamika koncentracija nitrarnog i amonijačnog dušika s obzirom na različite tretmane gnojidbe, pokrivenosti tla i njihove interakcije, prikazani su u tablici 2.

## Influence of N sidedressing and mulching on watermelon yield and amount of mineral N content in soil and percolates

Tablica 1: Utjecaj gnojidbe dušikom i malčiranosti tla na prinos svih berbi lubenice

Tretmani	Prinos, t/ha		
	tržni	netržni	ukupno
	Gnojidba (G) kg/ha N		
60	86,03 a <sup>1</sup>	4,77 a	90,80 a
120	88,32 a	4,87 a	93,19 a
180	89,86 a	7,74 a	97,60 a
	Malč (M)		
„Bez malča“	84,40 a	4,26 b	88,66 a
Slama	86,52 a	7,79 a	94,32 a
Crni PE film	93,30 a	5,33 ab	98,62 a
G x M	NS	NS	NS

<sup>1</sup> Duncanov multipli test rangova na razini signifikantnosti  $P \leq 0,05$  za faktore „G“ i „M“, <sup>2</sup> NS- nije signifikantno

Tablica 2: Koncentracije nitratnog i amonijačnog dušika u tlu, mg/100 g tla

Tretmani	20.5.	2.6.	1.7.	28.7.	26.8.	20.5.	2.6.	1.7.	28.7.	26.8.	
N (kg/ha)	Malč	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/100 g tla)				NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/100 g tla)					
60		3,73	1,05b	1,45c	0,06	0,04	1,29	2,24	1,57	1,09	0,74
120		4,10	2,16a <sup>1</sup>	3,46b	0,06	0,04	1,21	2,33	1,85	1,00	0,35
180		4,09	2,20a	11,13a	0,06	0,04	1,22	2,85	1,40	0,94	0,35
	F	3,47b	1,77b	4,92	0,06	0,04	1,25	2,55	1,38	1,02	0,47
	BM	3,25b	0,85b	5,48	0,06	0,04	1,12	2,72	1,92	1,08	0,52
	S	5,21a	2,79a	5,64	0,06	0,04	1,35	2,15	1,53	0,93	0,35
60	F	3,29	1,07	1,33	0,06	0,04	1,13	2,35	1,25	1,09	0,72
	BM	3,46	0,10	1,43	0,06	0,04	1,48	1,99	2,01	1,08	0,47
	S	4,44	2,08	1,58	0,06	0,04	1,25	2,38	1,45	1,08	0,35
120	F	3,41	2,71	3,19	0,06	0,05	1,34	2,68	1,56	1,31	0,34
	BM	2,92	0,21	3,54	0,06	0,04	0,83	2,37	2,39	1,06	0,36
	S	3,96	3,57	3,63	0,06	0,05	1,46	1,95	1,60	0,64	0,36
180	F	3,70	1,53	10,24	0,06	0,04	1,26	2,62	1,32	0,65	0,36
	BM	3,36	2,34	11,45	0,06	0,04	1,05	3,81	1,35	1,10	0,36
	S	5,22	2,73	11,70	0,06	0,04	1,36	2,11	1,54	1,08	0,35
N		NS <sup>3</sup>	*	*** <sup>2</sup>	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Malč		*	**	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
N*Malč		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

<sup>1</sup> Duncanov multipli test rangova na razini signifikantnosti  $P \leq 0,05$ , <sup>2</sup> signifikantno pri  $P < 0,001$  \*\*\*,  $P < 0,01$  \*\*,  $P < 0,5$  \*, <sup>3</sup> NS-nije signifikantno; F-crni PE film; BM- „bez malča“; S-slama.

Koncentracije nitratnog dušika u oraničnom sloju tla pri različitoj gnojidbi varirale su od 0,04 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/100 g tla u kolovozu, na svim tretmanima gnojidbe (završetak vegetacije), do čak 11,13 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/100 g tla, početkom srpnja, na G 180. Statistički značajne razlike između tretmana G 60 i G 180 prisutne su samo u lipnju i srpnju ( $P < 0,001$ ). U tim mjesecima bile su izraženije razlike u dozama dušika dodanog prihranama, što je rezultiralo i većom razlikom u koncentraciji nitrata u tlu. Malčiranost tla slamom statistički je značajnije utjecala na koncentracije nitratnog dušika u odnosu na ostale tretmane u svibnju (uz  $P > 0,5$ ) i lipnju (uz  $P > 0,01$ ). Koncentracije amonijačnog dušika u tlu nisu se značajno razlikovale s obzirom na gnojidbu, pokrivenost tla i njihove interakcije, te su varirale od 0,34 mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup> /100 g tla, na tretmanu F 120 u kolovozu (kraj vegetacije), do 3,81 mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup> /100 g tla početkom lipnja, na tretmanu BM 180.

Tablica 3: Oborine, navodnjavanje i procjedna voda (mm) u vegetaciji lubenice

	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	Ukupno
Oborine (mm)	72,1	114,7	33,8	70,7	166,9	458,2
Navodnjavanje (mm)	12,0	36,0	117,0	104,0	16,0	285,0
	Procjedna voda (mm)					
„Bez malča“	30,9	9,9	0,7	0,4	14,8	56,7
Slama	20,5	10,8	0,6	0,3	14,0	46,2
Crni PE film	22,7	11,7	0,3	0,4	15,3	50,4

Ukupne količine oborina tijekom 2010. godine iznosile su 1354, 8 mm, što je za 466,7 mm više u odnosu na višegodišnji prosjek (1980-2009) od 881,1 mm.

U vegetaciji lubenice palo je 458,2 mm oborina, a navodnjavanjem je dodano još 285,0 mm, sukladno potrebama lubenice. Kao posljedica izrazito vlažne godine, procjeđivanje je bilo znatno veće, pa su ukupne količine procijeđene vode varirale od 46,2 mm na tretmanima pod slamom ,do čak 56,7 mm na nemalčiranom tlu (tablica 3.).

Koncentracije nitratnog dušika u procijeđenoj vodi varirale su od 4,63 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l u lipnju na S 120, do 251,01 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l, u srpnju na S 180 i uglavnom su prelazile MDK od 50,0 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l, (NN 47/08). Amonijačni dušik varirao je od 0,05 mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/l u svibnju na tretmanu F 60, do 5,96 mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/l u lipnju, na tretmanu BM 120, nakon mjesečne prihrane sa 50,7 kg N/ha. Dakle, koncentracije ovog oblika dušika uglavnom su zadovoljavale kriterije za I vrstu voda (NN 77/98), osim u lipnju, kad je ona prelazila MDK od 1,5 mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/l, za V vrstu voda. Godišnje količine ispranog dušika (kg N/ha) u ovisnosti o gnojdbi i malčiranosti tla, varirale su od 8,6 kg N/ha na tretmanu S 60, do 23,1 kg N/ha na tretmanu BM 180, što iznosi 14,3, odnosno 12,8 % od ukupnog N dodanog gnojidbom (tablica 4).

**Tablica 4:** Godišnje količine ispranog dušika (kg N/ha) prema različitim tretmanima gnojidbe dušikom i malčiranosti tla

Tretmani gnojidbe	Malčiranje tla		
	Bez malča	Slama	Crni PE film
60 kg N/ha	9,7	8,6	14,0
120 kg N/ha	11,5	11,0	16,0
180 kg N/ha	23,1	11,2	19,7
% ispranog N od gnojidbe	16,2	14,3	23,3
	9,6	9,1	13,3
	12,8	6,2	10,9

Navedene količine ispranog dušika uglavnom su manje ili u skladu s rezultatima istraživanja drugih autora (Spiers i sur., 1996; Miller i Gariner, 1998; Zhao i sur., 2009).

### Zaključak

Povećanje doza dušika nije značajnije utjecalo na visinu prinosa lubenice, ali je utjecalo na onečišćenje procjednih voda nitratima. Najmanje dušika ispralo se sa tretmana pokrivenog slamom uz 60 kg N/ha a najviše sa nemalčiranog tla gnojenog sa 180 kg N/ha.

S obzirom na to da nije bilo statistički značajnih razlika u visini prinosa lubenica pri različitoj gnojdbi, pokrivenosti tla i njihovim interakcijama, može se utvrditi da je zadovoljavajući prinos lubenica u agroekološkim i klimatskim uvjetima Vulture, ostvaren već pri najnižoj razini gnojidbe, tj. sa 60 kg N/ha. Primjenom ove doze dušika istovremeno bi se spriječilo intenzivno ispiranje mineralnog dušika iz tla i onečišćenje procjeđenih voda, što bi bilo i ekološki i ekonomski odgovarajuće rješenje pri uzgoju lubenice, posebno u specifičnim krškim uvjetima ovog područja.

### Literatura

- Bowen P., Frey B. (2002). Response of plasticultured bell pepper to staking, irrigation frequency and fertigated nitrogen rate. *HortSc.* 37 (1): 95-100.
- Burst G. (2008). Reducing nitrogen applications in watermelon while increasing yields, Proc. of the 39<sup>th</sup> Annual Midatlantic Vegetable Workers Conference. Univers. of Delaware. Raspoloživo: <http://ag.udel.edu/>
- Chapman H.D., Pratt P.F. (1961). Methods of analysis for soils, plants and water. Calif.Univers., Agriculture Division, USA.
- Goreta S., Perica S., Dumičić G., Bučan L., Žanić K. (2005). Growth and yield of watermelon on polyethylene mulch with different spacings and nitrogen rates. *HortScience.* 40 (2): 366-369.
- Hartz T.K., Hochmuth G.J. (1996): Fertility management of drip-irrigated vegetables. *Hort. Technology* 6: 168-172.



**Influence of N sidedressing and mulching on watermelon yield and amount of mineral N content in soil and percolates**

- Hochmuth G.J., Cordasco K., (2000). A Summary of N and K research with muskmelon in Flo. Cooperative Extension Service. HS-754. Raspoloživo: <http://edis.ifas.ufl.edu>.
- Jackson M.L. (1958). Soil Chemical Analysis. Madison Wisconsin, 498.
- JDPZ (1971). Priručnik za ispitivanje zemljišta, knj.V- Metode istraživanja fizičkih svojstava zemljišta, Beograd
- Miller R.W., Gariner D.T. (1998): Soils in Our Environment (eighth ed.), Prentic Hall.
- SAS Institute Inc. (2004): SAS/STAT® 9.1 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc
- Spiers T.M., Francis G.S., Cant G. (1996). The impact of land disposal of organic wastes on water quality. Fertilizer and Lime Res. Centre, Massey University. Proc. of the Workshop on Recent Developments in Understanding Chemical Movement in Soils. Palmerston North, New Zealand: 248-252.
- Srinivas K., Hegde D.M., Havanagi G.V.(1989). Effect of nitrogen and plant population on yield, quality, nutrient uptake, and water use of watermelon (*Citrullus lanatus* Matsum i Nakai) under drip and furrow irrigation. Gartenbauwissenschaft. 3: 220-223.
- Statistički ljetopis Republike Hrvatske (2010). Državni zavod za statistiku RH.
- Škorić A. (1982): Priručnik za pedološka istraživanja. Fakultet poljop. znanosti, Zgb
- Zhao C., Hu C., Huang W., Sun X. , Tan Q., Di H. (2009). A lysimeter study of nitrate leaching and optimum nitrogen application rates for intensively irrigated vegetable production systems in Central China. Journ.of Soils and Sediments 10 (1): 9-17.
- xxx (1992). Standard methods for the examination of water and wastewater. 18th edition, APHA, Washington DC.
- xxx (1994). Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće . Narodne novine 46/94,
- xxx (1998). Uredba o klasifikaciji voda. Narodne novine, 77/98.

**sa2012\_0108**

# Biochar addition to the soil limits initial development of red clover (*Trifolium pratense* L.)

Hrvoje KUTNJAK, Krešimir BOŠNJAK, Goran PERČULIJA, Marina VRANIĆ, Josip LETO, Ana ŽGOMBA, Silvija ŠPILJAK, Mateja NOVAKOVIĆ, Dario VIBOH

University of Zagreb, Faculty of Agriculture, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Croatia  
(e-mail: hkutnjak@agr.hr)

## Abstract

Addition of biochar to the soil is recognized as one of the possible measures for moderation of climate change caused by the rising carbon emission to the atmosphere. Aim of this experiment is to explore the effect of addition of biochar to the soil and its effect on initial development of red clover. Experiment was set "in vitro" in a climate chamber. Length of leaves, mass of leaves, quantity of root nodules, and leaf absorption of red segment of spectrum were measured. Results show that differences between the biochar treated group and the control group in leaf mass and length were not significant. Number of root nodules in the biochar treated group was 53.3 % higher than in the control group. Absorption of red segment of spectrum in the control group was higher, suggesting higher rate of photosynthesis what is in accordance with more vigorous appearance of plants. All results show that fresh addition of biochar to the soil probably limits availability of some nutrients to plants.

Key words: biochar, carbon fixation, red clover, carbon sequestration, terra preta

## Dodatak biougljena supstratu usporava početni razvoj crvene djeteline (*Trifolium pratense* L.)

### Sažetak

Dodatak biougljena tlu jedna je od mogućih mjera posrednog ublažavanja klimatskih promjena uzrokovanih rastućom emisijom CO<sub>2</sub> u atmosferu. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj dodatka biougljena tlu na početni razvoj crvene djeteline. Pokus je proveden „in vitro“ u klima komori. Mjereni parametri su dužina listova, masa listova broj korjenovih kvržica i lisna apsorpcija crvenog dijela spektra. Rezultati pokazuju da razlike između biougljenom tretirane grupe i kontrolne grupe u duljini listova i lisnoj masi nisu signifikantno različite, dok je broj korjenovih kvržica u biougljenom tretiranoj grupi bio 53,3% veći u odnosu na kontrolnu grupu. Apsorpcija crvenog dijela spektra u kontrolnoj grupi bila je veća što sugerira na veću razinu fotosintetsku aktivnost. Dobiveni rezultati pokazuju kako svježe dodavanje biougljena tlu vjerojatno ograničava biljkama dostupnost pojedinih nutrijenata iz tla.

Ključne riječi: biougljen, fiksacija ugljika, crvena djetelina, sekvencijacija, terra preta

## Introduction

Carbon emission in atmosphere by human activity recently reached level of 15.4 Pg CO<sub>2</sub> year<sup>-1</sup> (Woolf et al., 2010). Naturally, CO<sub>2</sub> from atmosphere can be fixed through chemical and mostly biological processes, where photosynthesis converts between 150 and 175 Pg of carbon per year (Welp et al., 2011) what is not enough to stop rising trend of emission due to its cycling nature. Solution for carbon storing is to put it into soil in inert form, biochar (carbonised organic mater). Idea is not new, and practice of adding biochar to the soil i.e. *terra preta* is known to improve its fertility and has been practiced for thousands of years in the Amazonian basin. Carbon stored in soil in that way is stable for a long time, improving its fertility by rising ion exchange capacity and soil available water capacity. It also has positive effect on soil microorganisms and regulates soil acidity (Woolf et al. 2010). Biochar has positive effect on nutrient and agrochemical retention in soil reducing their leaching in to groundwater (Laird et al. 2010). It lowers needs of mineral fertilizers and sequestrates heavy metals in soil (Beesley and Marmiroli, 2011). Biochar production and implementation in agriculture can sequester up to 1,3 Pg of CO<sub>2</sub>, year<sup>-1</sup> without competing food production or agriculture land conversion (Woolf et al. 2010). The aim of this research is to explore the effect of addition of biochar to the soil and its effect on initial development of red clover.

## Material and methods

Impact of biochar addition to the soil was investigated in experiment set at Grassland research center, Faculty of Agriculture, University of Zagreb. Red clover (*Trifolium pratense*) was used as test model and sown in 6 experimental pots, where 3 presented control group with plain soil, and 3 with addition of biochar in volume ratio biochar:soil 1:3. Soil used in experiment is natural dystric brown soil from pasture on Medvednica mountain (15° 57' 44,74" - 15° 58' 53,65" λ E, and 45° 54' 43,40" - 45° 55' 53,07" φ N ) with pH 6.45. Experiment was conducted *in vitro* in climate chamber Microclima 1000 (Snijders Scientific, Netherlands) under controlled conditions and under two regimes for 80 days (Table 1, Table 2).

Table 1. Daily dynamics of parameters of first regime lasted 53 days

Segment number	Duration of in day (hours)	Luminous intensity (lux)	Relative humidity (%)	Temperature (°C)
1	12	0	90	20
2	2	50,000	85	25
3	8	100,000	85	25
4	2	50,000	85	25

Table 2. Daily dynamics of parameters of second regime lasted 27 days

Segment number	Duration of in day (hours)	Luminous intensity (lux)	Relative humidity (%)	Temperature (°C)
1	8	0	85	20
2	2	50,000	85	25
3	12	100,000	85	25
4	2	50,000	85	25

Experiment ended after 80 days in the beginning of flower emergence, when leaf length and dry leaf mass were measured. Leaves were dried in ventilated oven on 60°C on 48 hours.

Clover leaves were isolated and scanned on ScanJet G3010 (Hewlett-Packard Co, Palo Alto, CA) to obtain raster images which were analysed with Spatial Analyst, ArcGIS (ESRI, Redlands, CA). Zonal statistics was used to determine differences in values of red pixels which present absorption of segment of red spectrum which is involved in photosynthesis.

After isolation, roots were washed from soil and biochar particles and scanned on scanner. Acquired images were processed in ArcMap (ESRI, Redlands, CA) and counted. For statistical analysis and comparison, a simple descriptive statistics – student T-test – was used.

## Results and discussion

In biochar treated group germinate and grew 9 and in control 8 plants. By visual observation was found that leaf colour in biochar treated group was lighter green than control group. Further, plants in biochar treated group had fragile leaf petioles what indicated possible disruption in nutrient uptake or availability. After addition of biochar soil acidity changed from 6.45 to 6.95. Although, plants in biochar treated group with 13.74 cm had average leaf length lower for 1.91 cm than control group with average length 15,65 cm, that difference was not statistically significant ( $p=0.21$ ). Differences in leaf mass between biochar treated and control group statistically also, were not significant,  $p=0.45$  (1.02 g and 0.94 g, respectively). In contrary to recent research results which show that longterm addition and use of biochar in agriculture improve yield and biomass production (Vaccari i sur., 2011), short term addition did not affect photoactive biomass production in initial development of red clover.

On the other side, number of root nodules in biochar treated group was 53.3 % higher than in control group ( $p=0.002$ ), but these nodules were at least twice smaller than those in control group what means that they might have been inactive or low active.

Zonal statistics was performed on scanned images of leaves on 9840 pixels in 8-bit format. Difference between control and biochar group was confirmed and shows greater red light absorption in control group what suggest higher chlorophyll content and photosynthesis (Figure 1).

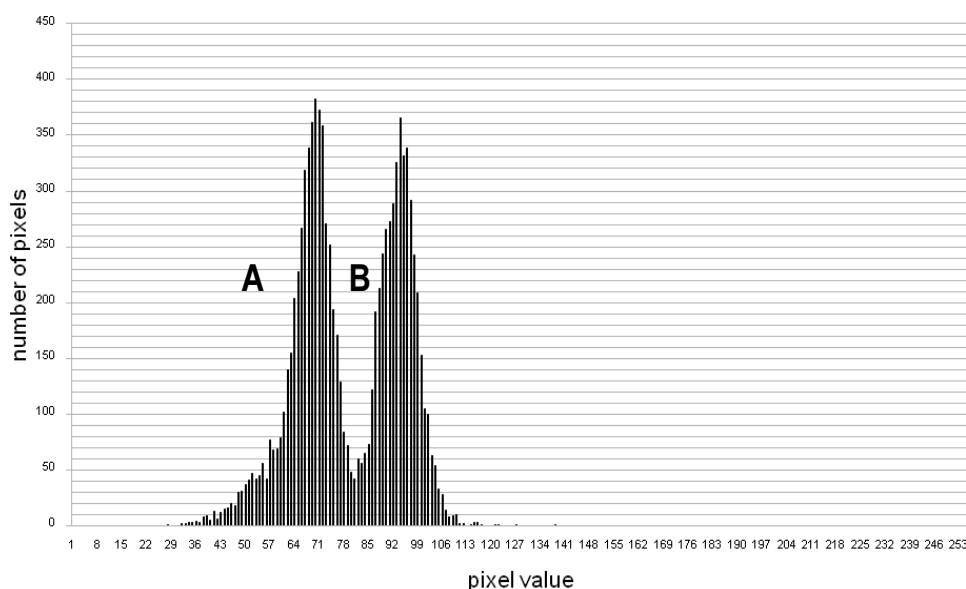


Figure 1. Histogram of pixel values present two distinctive groups: A-control group and B-biochar treated group.

## Conclusions

This experiment showed that fresh addition of biochar to soil in ratio biochar:soil, 1:3 limits initial development of red clover. This effect could be explained by big active surface of biochar which probably binded and blocked soil nutrients making them unavailable to the plants. Comparing results of this experiment with fact that *terra preta* is fertile soil suggest that biochar has to be saturated with nutrients through time and then it becomes nutrient repository with high ion exchange potential.

## References

- Beesley, L., Marmiroli, M. (2011). The immobilisation and retention of soluble arsenic, cadmium and zinc by biochar. *Environmental Pollution* 159(2): 474-480.

## **Biochar addition to the soil limits initial development of red clover (*Trifolium pratense* L.)**

- Laird, D., Fleming, P., Wang, B., Horton, R., Karlen, D. (2010). Biochar impact on nutrient leaching from a Midwestern agricultural soil. *Geoderma* 158(3-4): 436-442.
- Vaccari, F.P., Baronti, S., Lugato, E., Genesio, L., Castaldi, S., Fornasier, F., Miglietta, F. (2011). Biochar as a strategy to sequester carbon and increase yield in durum wheat. *European Journal of Agronomy* 34(4):231-238.
- Welp, L.R., Keeling, R.F., Meijer H.A.J., Bollenbacher, A.F., Piper, S.C., Yoshimura, K., Francey, R.J., Allison, C.E., Wahlen, M. (2011). Interannual variability in the oxygen isotopes of atmospheric CO<sub>2</sub> driven by El Niño. *Nature* 477(7366): 579-582.
- Woolf, D., Amonette J.E., Street-Perrott, F.A., Lehmann, J., Joseph S. (2010). Sustainable biochar to mitigate global climate change. *Nature Communications* 5(1): 1–9.

### **Acknowledgements**

Material support needed for carrying out his experiment was provided by Grassland Research Centre, Faculty of Agriculture, University of Zagreb and financed awarded by Ministry of science, education and sports of Republic of Croatia “Ecological acceptable organic manure management in forage production“ (178-1780458-0411) and „Evaluation of sustainable forage production in mountain regions“ (178-1780458-0419).

**sa2012\_0109**

# Mehanički otpor tla odabranih vinograda različite starosti na području Križevaca

Ivka KVATERNJAK<sup>1</sup>, Ivica KISIĆ<sup>2</sup>, Andrija ŠPOLJAR<sup>1</sup>, Dragutin KAMENJAK<sup>1</sup>, Roman JELEN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, M. Demerca 1, 48260 Križevci, Hrvatska  
(e-mail: ikvaternjak@vguk.hr)

<sup>2</sup>Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska

## Sažetak

Cilj istraživanja bio je utvrditi i usporediti mehanički otpor te trenutnu vlažnost tla unutar i između redova u novopodignutom, petogodišnjem i tridesetogodišnjem vinogradu gdje su primjenjivane ujednačene mjere gospodarenja. Najveći otpori po slojevima tla od 10 cm utvrđeni su unutar redova u petogodišnjem vinogradu od 0 do 40 cm i tridesetogodišnjem od 30 do 80 cm te u oba od 0 do 80 cm. Sadržaj vlage povećavao se po slojevima tla od 10 cm s povećanjem dubine. Utvrđen je veći otpor uslijed prirodne konsolidacije tla u petogodišnjem i tridesetogodišnjem vinogradu unutar redova u odnosu na otpor tla između redova gdje je provedena obrada tla.

Ključne riječi: vinogradi različite starosti, mehanički otpor, trenutna vlaga, obrada tla

## Mechanical resistance of soil in selected vineyards of different ages in Križevci area

### Abstract

The aim of this study was to determine the soil resistance and the current soil moisture within and between rows in newly planted vineyards and in five and thirty year old vineyards with uniform management. The greatest resistance for soil layers of 10 cm have been identified within the rows in five year old vineyard between 0-40 cm, in thirty year old vineyard between 30-80 cm, and between 0-80 cm for both vineyards. Higher soil moisture in the soil layer below the depth of tillage reduced mechanical resistance of soil between the rows. The study found higher soil compaction due to natural consolidation of soil after five and thirty years within the rows than between the rows where tillage treatments had been executed.

Key words: vineyards of different age, mechanical resistance, current humidity, tillage

### Uvod

U Hrvatskoj su na više od 25 % od ukupnih poljoprivrednih površina ustanovljeni različiti oblici zbijanja tla (*Birkas i sur., 2009*). Tijekom vegetacije u vinogradima se provode brojne agrotehničke mjere (obrada, gnojidba, rezidba, zaštita i berba grožđa) koje podrazumijevaju i veliki broj prohoda traktora s priključnim ratilima. S obzirom da se promet odvija između redova, na mjestima stalnih prohoda kotača postoji opasnost od pojave zbijenih slojeva koji ograničavaju razvoj korijena vinove loze u širinu (*Batey i McKenzie 2006*), a veći mehanički otpor prema autorima podrazumijeva smanjenje ukupnog sadržaja pora, infiltracije vode i povećanje volumne gustoće. Svako gaženje traktorima i priključnim ratilima uzrokuje povećanje mehaničkog otpora (*Bacerra i sur., 2010*). Odgovarajućim zahvatima obrade pri povoljnoj vlažnosti tla moguće je ublažiti zbijanje tla. Sedam godina nakon primjene konvencionalne obrade u vinogradu *Ferrero i sur., (2005)*

utvrđuju manji otpor i volumnu gustoću tla nego u vinogradu koji nije obrađivan. *Van Dijck i Van Asch (2002)* ustanovili su da zbijenost podpovršinskog horizonta u vinogradima nije posljedica obrade ratilima nego pritiska kotača. U odabranim vinogradima svake godine tijekom vegetacije tlo je gaženo između redova osam do deset puta prilikom zaštite vinove loze, tri do četiri puta zbog malčiranja i u berbi grožđa. U svim vinogradima primjenjuje se ujednačena obrada tla između redova. Sve navedeno ukazuje da bi intenzitet prohoda i gaženja mogao imati nepovoljne učinke na tlo.

Cilj ovih istraživanja bio je utvrditi te usporediti mehanički otpor i trenutnu vlažnost tla unutar i između redova u novopodignutom, petogodišnjem i tridesetogodišnjem vinogradu gdje su provedene ujednačene mjera gospodarenja.

### Materijal i metode

Istraživanja su provedena u vinogradima Badel vinoprodukta u Širokom Brezju na području Križevaca. Podizanje svih istraživanih vinograda obuhvatilo je duboku obradu i melioracijsku gnojidbu u jesen te tanjuranje, rotodrljanje i strojnu sadnju cjepova, osim tridesetogodišnjeg nasada koji je sađen ručno. Redovita godišnja agrotehnika podrazumijevala je gnojidbu i podrivanje svakog drugog reda u svim vinogradima, a u međurednim razmacima koji nisu obrađivani izvršeno je malčiranje korova. Svake pete godine u jesen obavlja se skidanje humaka kultivatorom s bočnim pomakom te oranje čizel plugom između redova na dubinu od 40 cm i tanjuranje u proljeće. U redovima odnosno između trsja tlo nije obrađivano. Korovi između trsja uništavani su herbicidima. U svibnju 2008. godine izmjeren je mehanički otpor tla unutar i između redova petogodišnjeg i tridesetogodišnjeg vinograda. U novopodignutom vinogradu mjerenje otpora tla obavljeno je trideset dana nakon sadnje između redova. Na površini gdje je iskrcen tridesetogodišnji vinograd također je izvršeno mjerenje otpora na mjestima gdje su bili redovi i u međurednim razmacima. Za provedbu istraživanja korišten je Eijkelkamp penetrolgger. U odabranim vinogradima određena je vlažnost tla mjeracem Theta probe Eijkelkamp. U svakom je vinogradu otpor tla izmjeren između redova i unutar trsja u šesnaest ponavljanja do 80 cm dubine. Trenutna vlaga određena je po slojevima tla od 10 do 60 cm dubine. Za potrebe određivanja tipa tla na istraživanoj lokaciji otvoren je pedološki profil. Iz svakog genetskog horizonta uzeti su uzorci za fizikalne analize. Mehanički sastav tla određen je prema standardima (HRN ISO 11277:2004), volumna gustoća tla (ISO 11272:2004), gustoća čvrstih čestica i ukupna poroznost tla (ISO 11508:2004), retencijski kapacitet tla za vodu (ISO 11465:2004; ISO 11461:2004) i kapacitet tla za zrak (ISO 11465:2004). Statistička obrada mehaničkog otpora i trenutne vlage po slojevima tla od 10 cm u istraživanim vinogradima provedena je analizom varijance jednostavnim modelom. Prosječne vrijednosti uspoređene su Tukeyjevim testom za višestruke usporedbe korištenjem statističkog programa Statistica 7.1. (StatSoft, Inc. 2007).

### Rezultati i rasprava

Rezultati mehaničkog sastava i fizikalnih značajki tla prikazani su u tablicama 1 i 2. Podaci mehaničkog otpora istraživanih vinograda po slojevima tla od 10 do 80 cm dubine nalaze se u tablici 3, a trenutne vlažnosti tla u tablici 4.

Tablica 1. Mehanički sastav tla odabranih vinograda

Broj profila	Oznaka horizonata	Dubina tla, cm	Analiza mehaničkog sastava, %			
			2 - 0,2 mm	0,2 - 0,02 mm	0,02 - 0,002 mm	< 0,002mm
P - 1	Ap	0 - 29	0,60	53,0	26,80	19,60
	Eg/Btg	29 - 54	0,62	56,45	20,70	22,25
	Btg	54 - 93	0,30	51,90	24,75	23,05

Tablica 2. Fizikalne značajke tla odabranih vinograda

Broj profila	Oznaka horizonata	Dubina tla, cm	Gustoće tla		Kapacitet tla za vodu, Kv, % vol.	Ukupni porozitet, P, % vol.	Kapacitet tla za zrak, Kz, % vol.	Gustoća pakiranja čestica, Gp, g/cm <sup>3</sup>
			volumn ap <sub>gv</sub>	čvrstih čestica ρ <sub>č</sub>				
P - 1	Ap	0 - 29	1,55	2,67	38,94	41,95	3,01	1,72
	Eg/Btg	29 - 54	1,68	2,69	38,18	37,55	0,00	1,88
	Btg	54 - 93	1,60	2,67	39,10	40,07	0,97	1,81

Istraživanja su provedena na pseudogleju. Volumna gustoća i gustoća pakiranja čestica ukazuje na manju zbijenost i veći ukupni sadržaj pora u Ap horizontu. Na osnovi rezultata mehaničkog otpora u sloju tla od 0 do 10 cm unutar reda i između redova u svim vinogradima utvrđena je manja zbijenost u usporedbi s ostalim slojevima tla. Po istraživanim dubinama i vinogradima zabilježena su variranja otpora, a najveći otpor ustanovljen je na dubini od 50 do 60 cm unutar redova u tridesetogodišnjem vinogradu (2,87 MPa). U slojevima tla od 0 do 10 cm, od 10 do 20 cm i od 20 do 30 cm unutar redova petogodišnjeg vinograda utvrđen je značajno veći otpor u odnosu na iste dubine unutar i između redova ostalih istraživanih vinograda. Po slojevima tla od 30 do 80 cm najveći mehanički otpor zabilježen je unutar redova tridesetogodišnjeg vinograda u odnosu na iste slojeve ostalih vinograda.

Tablica 3. Mehanički otpor tla po slojevima od 10 cm u odabranim vinogradima

Dubina, cm	Mehanički otpor tla, MPa						
	Trideset dana nakon sadnje između redova	Petogodišnji vinograd između redova	Petogodišnji vinograd unutar redova	Trideseto-godišnji vinograd između redova	Trideseto-godišnji vinograd unutar redova	Krčevina, između redova	Krčevina, unutar redova
0-10	0,97c	0,60d	1,65a	0,54d	1,22b	1,18bc	1,03bc
10-20	1,73c	0,96e	2,30a	1,03e	1,49d	1,98b	1,17e
20-30	1,87b	1,57c	2,43a	1,72bc	1,65bc	1,84b	1,28d
30-40	2,07c	1,59d	2,23bc	1,72d	2,34ab	2,54a	2,31b
40-50	1,84d	1,53e	2,01cd	1,87d	2,66a	2,24b	2,20bc
50-60	1,68d	1,58d	1,85cd	1,97bc	2,87a	2,02bc	2,12b
60-70	1,64de	1,53e	1,83c	2,14b	2,71a	1,76cd	1,89c
70-80	1,62e	1,63e	1,72de	2,25b	2,51a	1,87cd	1,97c
0-80	1,67d	1,36e	2,00ab	1,66d	2,18a	1,93bc	1,75cd

\*vrijednosti u redovima označene različitim malim slovima značajno se razlikuju ( $p < 0,05$ )

Tablica 4. Trenutna vlažnost tla po slojevima od 10 cm u odabranim vinogradima

Dubina, cm	Trenutna vlaga, % masenih						
	Trideset dana nakon sadnje između redova	Petogodišnji vinograd između redova	Petogodišnji vinograd unutar redova	Trideseto-godišnji vinograd između redova	Tridesetogodišnji vinograd unutar redova	Krčevina, između redova	Krčevina, unutar redova
0-10	15,0	13,5	18,8	15,5	15,3	20,0	14,8
10-20	19,8	21,8	24,3	19,3	19,3	25,3	19,5
20-30	24,0	30,3	28,8	26,8	25,3	27,5	27,3
30-40	27,5	31,0	32,3	28,5	26,5	30,0	29,3
40-50	29,0	33,3	33,0	32,0	29,3	30,8	32,5
50-60	31,0	33,3	34,8	34,5	27,8	30,3	32,8
0-60	24,38	27,17	28,63	26,08	23,88	27,29	26,00

Između redova petogodišnjeg i tridesetogodišnjeg vinograda u slojevima do 80 cm, osim na dubini od 20 do 30 cm u tridesetogodišnjem nasadu, zabilježen je manji otpor u odnosu na otpor utvrđen u redovima. Suprotno tome, na krčevini do 50 cm dubine utvrđen je manji otpor na mjestima gdje su bili redovi jer je prilikom vađenja trsja tlo prorahljeno. Statistički opravdano veći prosječni otpor do 80 cm dubine ustanovljen je unutar redova tridesetogodišnjeg vinograda i nije se značajno razlikovao od utvrđenog otpora unutar redova u petogodišnjem nasadu. Zbog provedenih zahvata obrade između redova je utvrđena manja zbijenost nego u redovima. Smanjenje otpora tla ispod kritičnih vrijednosti za razvoj korijena (2 MPa) primjenom oranja između redova ustanovio je *Van Huyssteen (1983)*. Značajne razlike u sadržaju vlage između istraživanih vinograda u istom sloju tla nisu utvrđene. Najmanja vlažnost zabilježena je u sloju tla od 0 do 10 cm, a najveća na dubini od 50 do 60 cm u svim vinogradima. Povećanje sadržaja vlage po istraživanim slojevima zabilježeno je s povećanjem dubine. Do 80 cm dubine između redova u petogodišnjem i do 60 cm u tridesetogodišnjem vinogradu nije ustanovljen otpor veći od 2 MPa koji prema *Baham (1999)* ograničava razvoj korijena. Zasiurno je jesenskim oranjem čizel plugom poboljšana infiltracija oborina tijekom zime što je rezultiralo većim sadržajem vlage u dubljim slojevima tla. Utvrđeni otpor na dubini oranja u sloju od 30 do 40 cm između redova petogodišnjeg i tridesetogodišnjeg vinograda ne bi se mogao smatrati tabanom



pluga. Suprotno tome, *Lagacherie i sur.*, (2006) zabilježili su najveću zbijenost tla u vinogradima na dubini obrade i mjestima stalnih prohoda kotača. Provedeni zahvati obrade u istraživanim vinogradima imali su povoljan učinak na ublažavanje otpora. Slično su utvrdili *Van Huyssteen i Weber (1980)*. Kod primjene konvencionalne obrade nakon osam godina autori utvrđuju manji otpor u obrađivanom vinogradu nego u vinogradu gdje je primjenjivano kemijsko uništavanje korova i košnja trave, ali autori utvrđuju taban pluga i taban tanjurače.

### Zaključak

Na temelju iznesenog može se zaključiti sljedeće:

Najveći otpori po slojevima tla od 10 cm utvrđeni su u redovima u petogodišnjem vinogradu od 0 do 40 cm i tridesetogodišnjem od 30 do 80 cm. Također je u tim vinogradima ustanovljen i najveći prosječni otpor za istraživanu dubinu.

Statistički opravdano manji prosječni otpor do istraživane dubine ustanovljen je između redova u petogodišnjem vinogradu.

Primjenjivani zahvati obrade imali su povoljan učinak na mehanički otpor tla budući da je između redova u tridesetogodišnjem vinogradu utvrđen gotovo isti prosječni otpor tla do 80 cm kao i u vinogradu trideset dana nakon sadnje cjepova.

Sadržaj vlage u svim vinogradima bio je najmanji u sloju tla od 0 do 10 cm. Utvrđena vlažnost povećavala se s povećanjem dubine. U redovima u petogodišnjem vinogradu zabilježena je najveća prosječna vlažnost tla.

Za donošenje preciznijih zaključaka istraživanja bi trebalo nastaviti.

### Literatura

- Baccera, A. T., Botta, G. F., Bravo, X. L., Tourn, B., Melcon, F. B., Vazquez, J., Rivero, D., Linares, P., Nardon, G. (2010): Soil compaction distribution under tractor traffic in almond (*Prunus amygdalus L.*) orchard in Almeria Espana. *Soil and Tillage Research* 107: 49-56.
- Baham, J. (1999): Soil Compaction in Western Oregon Vineyards. *Crop and Soil Science*. 1-7.
- Batey, T. i McKenzie, D. C. (2006): Soil Compaction: identification directly in the field. *British Society of Soil Science. Soil Use and Management*. 22: 123-131.
- Birkas, M., Kisić, I., Bottlik, L., Jolankai, M., Mesić, M., Kalmar, T. (2009): Subsoil Compaction as a Climate Damage Indicator. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 74/2: 91-97.
- Ferrero, A., Lipiec, J., Turski, M., Nosalewicz, A. (2007): Stability and sorptivity of soil aggregates in grassed and cultivated sloping vineyards. *Polish Journal of Soil Science*. 11/1: 1-8.
- Lagacherie, P., Coulouma, G., Ariagno, P., Virat, P., Boizard, H., Richard, G. (2006): Spatial variability of soil compaction over a vineyard region in relation with soil cultivation operations. *Geoderma*. 134: 207-216.
- Van Dijck, S.J.E., Van Asch, Th. W.J. (2002): Compaction of loamy soils due to tractor traffic in vineyard and orchards and its effects on infiltration in southern France. *Soil and Tillage Research*. 63: 141-153.
- Van Huyssteen, L., Weber, H. V. (1980): The Effect of Conventional and Minimum Tillage Practices on some Soil Properties in a Dryland Vineyard. *Oenological and Viticultural Journal*. 1/1: 35-45.
- Van Huyssteen, L. (1983): Interpretation and Use of Penetrometer data to describe Soil Compaction in Vineyards. *Oenological and Viticultural Journal*, 4/2: 59-65.
- \*\*\* Statistica 7.1. (StatSoft, Inc. 2007).

sa2012\_0110

# Sewage sludge – a possible fertilizing resource in agriculture

Alina LAȚO, Isidora RADULOV, K. LAȚO<sup>1</sup>, F. CRISTA, Adina BERBECEA, L. NIȚĂ<sup>1</sup>

University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine of Banat Timisoara, Division of Soil Sciences and Plant Nutrition, Calea Aradului, 119, 300645 Timișoara, Romania, (e-mail: alina\_anitzei@yahoo.com)

## Abstract

The possibility to distribute sewage sludge in agriculture appears as a consequence of the increasing price, in each year, of the chemical fertilizers and because of the higher quantities of sewage sludge worldwide. In Romania are in present 732 stations for waste water cleaning and 416 stations are in main industrial cities. The paper present the chemical properties of sewage sludge from the Waste Water Treatment Station Timisoara and the content in valuable nutrients.

Key words: sewage sludge, organic resource, nutrients, heavy metals.

## Introduction

The distribution of sludge, which results from the cleaning of wastewater, in agriculture, is practiced from a few decades in the countries of UE. This fact has the role to clean the environment by reducing the quantities of sludge and to fertilize the soils with valuable manure. But, to protect the environment against pollution, it must be respected some conditions, regarding the quantities of sewage sludge who might be distributed on lands. In Romania were made researches by the universities from Iasi, Bucharest, Timisoara, concerning the distribution of sludge on agricultural lands. Sewage sludge soil distribution is usually the most used solution in case of sludge from small and middle waste water treatment station. (Mihalache, 2006). In France, the most important researches were made at INRA, by Guivarch A. (2000), Morel C. (2007), concerning the distribution of sewage sludge on agricultural and forestry lands. Other researches, concerning the distribution of sewage sludge in agriculture, were made in Spain, at the Department of Environment from INIA, Madrid, between 2001-2002. Ma. Del Mar Degrado Arroyo, studied the effect of sewage sludge upon the maize crop, but also, the content of heavy metals in soil. Between 1980-1990 were made researches in the Scandinavia area, especially in Sweden, regarding the accumulation of heavy metals in soils, after sewage sludge distribution on lands. The researches results were published in scientifically papers session at Uppsala, Sweden. Between the most important researchers are: Anderson A., Dam Kofoed A., Grant R.O., Hall J.E., Hovmand M.F., Kuntze H., Larsen K.E. Agricultural utilization of sewage sludge is a solution for the future, on short and middle term, but will be necessary to adopt new technologies for waste water treatment and to reduce the quantity of produced sludge. (Dudkowski, 2000)

## Materials and methods

We analyzed the chemical properties of sewage sludge from the Waste Water Treatment Station Timisoara to establish the fertilizing potential for agricultural soils. Analysis methods are currently used in national and international laboratories from research centers or universities. The content of organic matter in the sewage sludge was determined by the calcination method, and the result was reported on dry matter basis. The potassium content was determined in ammonium acetate-lactate and value was recorded by atomic absorption spectrophotometer at 766 nm. The content of total nitrogen was determined by Kjeldahl method. Phosphorus content was determined by Egner-Rheim-Domingo method, with Able-Jasco spectrophotometer at 660 nm. To measure the heavy metals content we made an extract in *aqua regia* and the

## Sewage sludge – a possible fertilizing resource in agriculture

values were established by atomic absorption spectrophotometer at 217 nm for Pb, 470 nm for Cu, 240.7 nm for Co, 232 nm for Ni., 213.9 for Zn. The Ca and Mg content were determined by complexometric method.

### Results and discussion

The average values presented in the next tables, are obtained after a period of five years (2006-2011), in which we take sewage sludge samples and analyzed them. The content in nutritive elements of analyzed sewage sludge is presented in table 1.

The content of organic matter, reported to dry matter of sewage sludge is normal. From the agro-chemical point of view, the content of nutrients in sewage sludge dry matter is normal. We observe a high content of total nitrogen, potassium and calcium, middle content of phosphorus and weak content of magnesium.

**Table 1. Fertilizing potential of sewage sludge from Waste Water Treatment Station Timisoara (from 2006 to 2011)**

Indicator	M.U.	Value	Observations
Organic matter	%	17	-
Total nitrogen	%	1,7	High content
P	ppm	28	Middle content
K	ppm	211	High content
Ca	ppm	346	High content
Mg	ppm	41,3	Weak content

M.U. – measurement unit

**Table 2. Content in heavy metals of sewage sludge from Waste Water Treatment Station Timisoara (from 2006 to 2011)**

Metal	M.U.	Value	Limit value after CEE Directive for sewage sludge	Observations
Zn	ppm	2100	2500-4000	Normal value
Cu	ppm	92	1000-1750	Normal value
Co	ppm	82	-	-
Pb	ppm	620	750-1200	Normal value
Ni	ppm	73	300-400	Normal value

M.U. – measurement unit

The average heavy metals content, as it is shown in table 2, is normal for all the analyzed metals, compared to CEE Directive for sewage sludge who might be distributed on agricultural soils.

The higher content was determined in case of zinc (2100 ppm) and lead (620 ppm).

Those high values of heavy metals can be explained, because of the specific industry of the town Timisoara: factories in which are made batteries, industry of detergents etc. and because of the municipal waters commune system, which collects the residual industrial waste water together with the precipitations and household's waters.

### Conclusions

The research material, in our case the sewage sludge from the waste Water Treatment Station Timisoara, can be distributed on agricultural lands because of: the high content in nutritive elements, such as, total nitrogen, potassium and calcium. The content in phosphorus is medium and the content in magnesium is weak, but in this case we can apply chemical fertilizers, if not enough for the plants needs. The organic matter present in sewage sludge could ameliorate the poor and intensively exploited soils. The risk to pollute soils with heavy metals by using sewage sludge is reduced, because heavy metals content not exceed, maximum permissible levels indicated in CEE Directive for sewage sludge. Also, it is recommended that the sewage sludge not be

used to crops which are consumed uncooked or in direct contact with the soil (strawberries, peas, carrots etc.) because of the fruits and vegetables contamination risk with germs and heavy metals are possible.

### Acknowledgements.

This work was published during the project “postdoctoral school of agriculture and veterinary medicine”, POSDRU/89/1.5/S/62371, co-financed by the European Social Fund through the Sectorial Operational Programme for the Human Resources Development 2007-2013.

### References

- Anderson A., (1983). Composted municipal refuse as fertilizer and soil conditioner, effects on the contents of heavy metals in soil and plant, as compared to sewage sludge, manure and commercial fertilizers, in *Utilisation of sewage sludge on land.*, Uppsala., 146-156.
- Dam Kofoed, A., (1983). Optimum use of sludge in agriculture, in *Utilisation of sewage sludge on land.*, Uppsala., 2-20.
- Dudkowski A., (2000). L'épandage agricole des boues de stations d'épuration d'eaux usées urbaines, INRA.
- Grant R. O. and Olesen S.E., (1983). Sludge utilisation in spruce plantations on sandy soils, in *Utilisation of sewage sludge on land.*, Uppsala., 79-89.
- Guivarch A., (2001). Valeur fertilisante a court terme du phosphore des boues de stations d'épuration urbaines., - These preparee a l'Unite d'Agronomie, INRA, Bordeaux.
- Hall J.E. and Vigerust E., (1983). The use of sewage sludge in restoring disturbed and derelict land to agriculture, in *Utilisation of sewage sludge on land.*, Uppsala, 91-98.
- Hovmand M.F., (1983). Cycling of Pb, Cd, Cu, Zn and Ni in Danish Agriculture, in *Utilisation of sewage sludge on land.*, Uppsala, 166-174.
- Kuntze H., (1983). The use of sewage sludge on peatland - pastures, in *Utilisation of sewage sludge on land.*, Uppsala, 47-60.
- Larsen K.E., (1983). Cadmium content in soil and crops after use of sewage sludge, in *Utilisation of sewage sludge on land.*, Uppsala, 157-163.
- Ma. Del Mar Delgado Arroyo, (2002). Sewage sludge compost fertilizer effect on maize yield and soil heavy metal concentration, INIA Madrid.
- Mihalache M., Dumitru M., Răducu Daniela, Gamenț Eugenia, (2006) Valorificarea în agricultură a nămolurilor orășenești, Ed. Solness, Timișoara, 43-48 ; 78-82 ; 87-93.
- Morel C., Schaub A., Valentin N., Huout S., (2007). Valeur fertilisante de Produits Residuaire Organiques: exemple du phosphore, Journee technique – Retour au sol des produits residuaire organiques, Colmar.
- \*\*\* CEE Directive – sewage sludge for soils 2000– Bruxelles.

sa2012\_0111

# Procjena pogodnosti zemljišta općine Cestica za vinogradarstvo

Marina MAJHEN<sup>1</sup>, Mario SRAKA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Srednja škola Arboretum Vinica, Vinička cesta 52, Vinica, Hrvatska

<sup>2</sup>Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska  
(e-mail: msraka@agr.hr)

## Sažetak

Osnovni cilj ovog rada je utvrditi sistematske jedinice i značajke tala na području općine Cestica, te izvršiti procjenu njihove pogodnosti za vinogradarstvo. Za te potrebe analizirani su tipovi tala u određenim uvjetima reljefa, geologije, klime i hidrologije, te su određene klase pogodnosti za vinogradarsku proizvodnju. Procijenjena je sadašnja pogodnost tala za vinogradarstvo, navedene su glavne vrste ograničenja, te su preporučene agrotehničke i hidrotehničke mjere za njihovo uklanjanje. Smatramo da su ovakva istraživanja nužna, budući je racionalno korištenje i zaštita zemljišnih i vodnih resursa nacionalni i temeljni interes održivog razvoja.

Ključne riječi: pogodnost, zemljište, vinogradarstvo, općina Cestica

## Evaluation of land suitability for vineyards in Cestica region

### Abstract

The main goal of this work was to determine the types and characteristics of soils on the territory of Cestica region, and to evaluate their suitability for vineyards. Having in mind the characteristics of soils, relief, climate and hydrology, the classes of land suitability for vineyards were determined. The estimated present soils suitability for vineyards is given, and agrotechnical and hydrotechnical measures to remove existing restrictions are recommended. We believe that such studies are necessary, since rational use and protection of land and water resources are the fundamental national interests of sustainable development.

Key words: suitability, land, vineyards, Cestica region

### Uvod

Općina Cestica smještena je na krajnjem sjeverozapadu Varaždinske županije, jednim svojim dijelom na vinorodnim brežuljcima, a drugim u plodnoj nizini rijeke Drave. Prostire se na površini od 46 km<sup>2</sup> (4600 ha), gdje obitava oko 5700 stanovnika, koji se uglavnom bave poljoprivredom. Od ukupne površine općine Cestica, prema podacima varaždinskog Ureda za katastar, 2945 ha je poljoprivrednih površina (64 %), dok šume zauzimaju 1147 ha (25 %). Ostali dio općine su naselja i vodene površine. Tlo u užem i zemljište u širem smislu ograničeni su i neobnovljivi resursi i s njima treba racionalno gospodariti i namjenski ih koristiti. U vrednovanju i procjeni zemljišta za namjenske svrhe mogu se izdvojiti dvije vrste ograničenja: ograničenja u prostoru ili vanjskim obilježjima zemljišta i ograničenja u samom tlu ili unutarnjim značajkama soluma (i matičnog supstrata). Iako postoje razne mogućnosti korištenja zemljišta, kao što su poljoprivreda, šumarstvo, ribarstvo, lovišta, rekreacijska i sportska područja, urbani i industrijski zemljišni prostori, rudnički kompleksi i drugo, za potrebe ovoga rada izvršena je procjena pogodnosti zemljišta općine Cestica za vinogradarsku proizvodnju.

## Materijal i metode

Za izradu ovoga rada korišteni su pedološki i drugi postojeći podaci Zavoda za pedologiju i Centralne poljoprivredne knjižnice Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Tla su razvrstana prema važećoj klasifikaciji tala (Škorić et al., 1986), a rasprostranjenost tala utvrđena je prema Osnovnoj pedološkoj karti Republike Hrvatske mjerila 1:50.000, sekcije Ptuj 1 i 2. Fizikalne i kemijske značajke tala opisane su prema podacima ranijih terenskih i laboratorijskih istraživanja, koja se nalaze u prilogu tumača pedoloških karata. Značajke reljefa utvrđene su na temelju topografskih karata mjerila 1:50.000. Analiza klimatskih značajki općine Cestica provedena je na osnovi podataka meteorološke postaje Varaždin, a uključuje oborine, srednju mjesečnu temperaturu zraka, relativnu vlažnost zraka, brzinu vjetra i insolaciju za razdoblje 1970-2000. godine. Procjena stupnja pogodnosti ili nepogodnosti zemljišta za vinogradarstvo na području općine Cestica, uvažavajući vrste i intenzitet ograničenja za njihovo intenzivno korištenje izrađena je prema modificiranoj metodi FAO (FAO, 1976; Vidaček, 1976).

## Rezultati i rasprava

### Zemljopisni položaj općine Cestica

Općina Cestica nalazi se u Varaždinskoj županiji, na 46°22'18" sjeverne geografske širine i 16°07'31" istočne geografske dužine. Na istoku i jugu graniči s općinama Petrijanec, Vinica i Donja Voća, a na zapadu i sjeveru sa slovenskim općinama Zavrč, Gorišnica i Ormož.

### Reljef

Reljef nekog kraja karakteriziraju oblik i položaj zemljine površine u prostoru. Područje općine Cestica može se podijeliti na tri reljefne cjeline: 1. povišene terase, brežuljci i brda; 2. ravničarski prostori uz rijeku Dravu; 3. uže riječne i potočne doline. Nadmorska visina varira između 190 i 200 metara u ravničarskom dijelu, dok se u istočnom dijelu uz rijeku Dravu, u plodnoj aluvijalnoj ravnici, uzdiže Haloze, s nadmorskom visinom od 318 metara.

### Klima

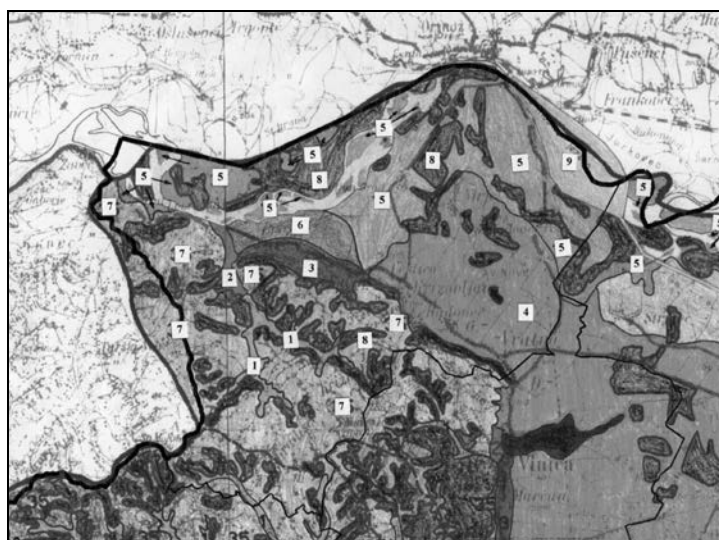
Općenito se može reći da je klima područja općine Cestica umjerena kontinentalna, pri čemu geografski položaj, reljef i nadmorska visina dodatno utječu na raspodjelu oborina i hod temperatura. Prosječna godišnja količina oborina iznosi 843,1 mm, odnosno varira od 566,6 mm do 1126,4 mm. Najviša prosječna mjesečna količina oborina javlja se u lipnju i iznosi 96,5 mm, a najmanja u siječnju i iznosi 38,9 mm. Prema Langu općina Cestica ima obilježja humidne klime. Srednja godišnja temperatura zraka na području općine Cestica je 10,2 °C. Prema toplinskim oznakama riječ je o umjerenom toploj klimi. Najhladniji mjesec za ovu meteorološku postaju je siječanj s prosječnom temperaturom -0,2 °C i s kolebanjima srednje mjesečne temperature od -6,0 °C do 4,3 °C. Srednja mjesečna temperatura najtoplijeg mjeseca - srpnja iznosi 20,2 °C. Prema prosječnim mjesečnim vrijednostima najviša relativna vlažnost zraka se javlja u prosincu (86 %), a najmanja u travnju (69 %). Prosječna godišnja brzina vjetra za općinu Cestica iznosi 2,0 ms<sup>-1</sup>, dok prosječne mjesečne vrijednosti variraju od 1,6 ms<sup>-1</sup> (kolovoz) do 2,3 ms<sup>-1</sup> (ožujak i travanj). Prosječna godišnja vrijednost insolacije na području općine Cestica iznosi 2024,2 sata. Najveći broj sati sijanja sunca u prosjeku je u mjesecu srpnju (279,5), a najmanji u prosincu (66,4).

### Tlo

Prema podacima osnovne pedološke karte Republike Hrvatske mjerila 1:50000, sekcija Ptuj 1 i 2, na području općine Cestica utvrđena su tla iz automorfnog i hidromorfnog odjela, slika 1. Izdvojeno je 7 kartografskih jedinica, čiji je prostorni raspored prikazan na pedološkoj karti mjerila 1:50000, slika 1. Na izdignutim formama reljefa brežuljkastog područja pretežno su zastupljena automorfna tla koja imaju slobodno procjeđivanje vode čitavom dubinom bez dužeg zadržavanja prekomjerne vode u profilu. U drenažnim jarcima brda i brežuljaka, te u nizinskom području nalazimo pretežno hidromorfna tla koja su karakterizirana povremenim ili stalnim vlaženjem dijela profila ili cijelog soluma stagnirajućom oborinskom, dodatnom površinskom ili podzemnom vodom koja nije zaslanjena ili alkalizirana. Iz odjela automorfnih tala izdvojeno je 9 tipova: sirozem, koluvij, rendzina, ranker, distrično smeđe, eutrično smeđe, lesivirano i rigolano tlo. Iz hidromorfnog odjela zastupljeni su: pseudoglej, aluvijalno, semiglejno, te močvarno glejno – hipoglejno i amfiglejno tlo. Osnovne fizikalne i kemijske značajke pojedinih tipova tala opisane su prema

## Evaluation of land suitability for vineyards in Cestica region

rezultatima ranijih terenskih i laboratorijski istraživanja, a nalaze se u prilogu tumača Osnovne pedološke karte tla sekcija Ptuj 1 i 2.



Slika 1. Pedološka karta općine Cestica

Legenda pedološke karte općine Cestica

Broj	Struktura kartirane jedinice i % zastupljenosti
TLA UŽIH RIJEČNIH I POTOČNIH DOLINA	
1.	Koluvijalno oglejeno i neoglejeno - Močvarno glejno (60:40)
2.	Hipoglejno mineralno - Amfiglejno mineralno - Koluvijalno oglejeno i neoglejeno (40:20:40)
3.	Hipoglejno mineralno - Koluvijalno oglejeno i neoglejeno (80:20)
TLA DRAVSKE NIZINE	
4.	Distrično smeđe - Ranker, regolitični eutrični- Lesivirano tipično - Eutrično smeđe (30:30:30:10)
5.	Aluvijalno oglejeno - Aluvijalno neoglejeno - Semiglej aluvijalni (70:20:10)
TLA POVIŠENIH TERASA, BREŽULJAKA I BRDA	
6.	Lesivirano tipično i pseudoglejno - Pseudoglej obronačni i zaravni (70:30)
7.	Rigolano - Sirozem - Lesivirano - Rendzina (30:30:30:10)
8.	Šume
9.	Vodene površine

### Procjena pogodnosti poljoprivrednog zemljišta za vinogradarstvo

Pogodnost zemljišta općine Cestica procijenjena je za potrebe vinogradarstva. Procjena je kvalitativna i prvenstveno temeljena na značajkama tla odnosno kvalitetama i/ili ograničenjima sistematskih jedinica tla za vinogradarstvo. Klasifikacijsku strukturu prema vrsti i stupnju pogodnosti zemljišnih jedinica (proizvodnih ili potencijalnih melioracijskih jedinica), čine redovi, klase i potklase pogodnosti za vinogradarstvo. Redovi određuju pogodnost (P) ili nepogodnost (N) zemljišta za vinogradarstvo, a klase stupanj pogodnosti. Klasa P-1 dobro pogodna tla za vinogradarstvo ili zemljišta bez većih ograničenja, klasa P-2 umjereno pogodna tla za vinogradarstvo ili zemljišta s pojedinačnim ograničenjima i klasa P-3 ograničeno pogodna tla za vinogradarstvo ili zemljišta s većim brojem ozbiljnih ograničenja. Klasa N-1 privremeno nepogodna tla za vinogradarstvo ili zemljišta sa zahtjevima za radikalno uređenje i klasa N-2 trajno nepogodna tla za vinogradarstvo radi nemogućnosti ili ekonomske neopravdanosti uređenja. Potklase pogodnosti i nepogodnosti određuju vrste i intenzitet ograničenja, uvažavajući kriterije i zahtjeve intenzivnih vinograda. Vrsta i intenzitet ograničenja u vinogradarskoj proizvodnji odnosi se na oblike i nagib reljefa, klimatske značajke (mraz, magla), te pedološke značajke (efektivna dubina tla, dreniranost, kapacitet za vodu, reakcija tla, opskrbljenost fiziološki aktivnim hranivima, sadržaj humusa, sadržaj karbonata, režim vlažnosti tla – stagnirajuće površinske vode, visoka razina podzemne vode, poplavne vode). Uvažavajući relevantne

ektomorfološke, endomorfološke, fizikalne i kemijske značajke sistematskih jedinica tala općine Cestica, utvrđene su kvalitete i/ili ograničenja tih sistematskih jedinica za korištenje u vinogradarskoj proizvodnji. Rezultati procjene stupnja pogodnosti ili nepogodnosti zemljišta općine Cestica za vinogradarsku proizvodnju prikazani su u tablici 1, gdje su naznačene i glavne vrste ograničenja, te glavne mjere za njihovo uređenje ili poboljšanje.

**Tablica 1. Procjena sadašnje pogodnosti tla za intenzivnu vinogradarsku proizvodnju**

Klasa pogodnosti	Pripadajuća pedosistematska jedinica	Glavne vrste ograničenja	Glavne mjere za poboljšanje
<b>TLA UŽIH RIJEČNIH I POTOČNIH DOLINA</b>			
N-2 Trajno nepogodna tla	Koluvijalna oglejana i neoglejana, močvarno glejna tla	Mraz, magla i drenaža zraka veće učestalosti, trajanja i intenzivnosti	
<b>TLA DRAVSKE NIZINE</b>			
P-3 Ograničeno dobra tla	Distrična i eutrična smeđa tla, ilovasta ili/i skeletoidna, aluvijalna neoglejana, semiglej ilovasti, lesivirana na pijesku	Mraz, magla i drenaža zraka manje učestalosti, trajanja i intenzivnosti, mogući višak vode	Agromelioracije
N-1 Privremeno nepogodna tla	Aluvijalno oglejana, močvarna glejna ilovasta	Mraz, magla i drenaža zraka manje učestalosti, trajanja i intenzivnosti, mogući višak vode	Hidromelioracije Agromelioracije Ne mogu biti niti nakon poboljšanja iznad P-3 klase ograničene pogodnosti
N-2 Trajno nepogodna tla	Močvarno glejna glinasta, ranker na šljunku	Sadržaj gline, efektivna dubina i kapacitet za vodu kod rankera	
<b>TLA POVIŠENIH TERASA, BREŽULJAKA I BRDA</b>			
P-1 Dobra tla	Lesivirana na lesu do 25 % nagiba, te rigolana tla	Erozija na nagibu preko 12%, hraniva	Agromelioracije
P-2 Umjereno dobra tla	Rendzina, sirozem ilovasti do 25 % nagiba	Efektivna dubina, erozija na nagibima preko 12%, hraniva	Redovi i obrada okomito na pad terena, humizacija
P-3 Ograničeno dobra tla	Pseudoglejna do 25 % nagiba	Efektivna dubina, erozija na nagibima preko 12%, mogući višak vode na manjim nagibima	Agromelioracije i zaštita od erozije, osiguravanje evakuacije viška vode preko 12%
N-2 Trajno nepogodna tla	Sve jedinice brežuljaka i brda nagiba 25-50 %	Nagib plus sve ranije nabrojeno za pojedine jedinice	Pogodno za ekstenzivni uzgoj voćaka i vinove loze, pošumljavanje

Analizom rezultata prikazanih u tablici 1 utvrđena je pogodnost zemljišta općine Cestica za vinogradarstvo. Tla bez većih ograničenja za uzgoj vinove loze (P-1 klase) su lesivirana na lesu do 25 % nagiba, te rigolana tla vinograda. Glavna mjera uređenja za ova tla je meliorativna gnojidba.

Umjereno pogodna tla (P-2 klase) su rendzina i sirozem ilovasti do 25 % nagiba. Glavne mjere uređenja su meliorativna gnojidba, humizacija i konturna obrada.

Tla sa većim ograničenjima za uzgoj vinove loze (P-3 klase) su pseudoglejna do 25 % nagiba, distrično i eutrično smeđa, aluvijalna neoglejana, semiglejna, te lesivirana tla na pijesku. Glavne mjere uređenja su meliorativna gnojidba, humizacija, rahljenje, konturna obrada, terasiranje, evakuacija viška vode, kalcizacija kiselih tala.

Privremeno nepogodna tla za uzgoj vinove loze (N-1 klase) su aluvijalna oglejana i močvarna glejna ilovasta tla. Osnovno ograničenje ovih tipova tala u vinogradarskoj proizvodnji predstavlja povremeni višak vode, pa je glavna mjera uređenja odvodnja. Budući da se ova tla nalaze na nižim reljefnim oblicima moguća su i ograničenja s obzirom na klimu (mraz, magla). Ova tla ne mogu niti nakon poboljšanja biti više rangirana od P-3 klase pogodnosti.

Trajno nepogodna tla za vinogradarstvo (N-2 klase) su koluvijalna oglejana i neoglejana tla, te močvarno glejna tla užih riječnih i potočnih dolina, kao i močvarno glejna glinasta tla i ranker na šljunku dravske nizine. Uz klimu, glavni ograničavajući čimbenik za uzgoj vinove loze je povećan sadržaj gline kod močvarno glejnih tala, odnosno mala efektivna dubina i mali kapacitet tla za vodu kod rankera.



## Zaključci

Ukupna površina poljoprivrednih tala na području općine Cestica, iznosi 2945 ha (64 %). U pogodna tla za vinogradarsku proizvodnju, raznog stupnja pogodnosti (klase P-1, P-2 i P-3) ulaze tla povišenih terasa, brežuljaka i brda do 25 % nagiba terena (lesivirano na lesu, rigolano, rendzina i sirozem ilovasti, te pseudoglej), te tla dravske nizine (distrično i eutrično smeđe, ilovasto ili/i skeletoidno, aluvijalno neoglejano, semiglejno ilovasto, lesivirano na pijesku). Za uspješan intenzivni uzgoj vinove loze potrebno je provest sljedeće hidro i/ili agromelioracijske mjere, pojedinačno ili u kombinaciji: odvodnju, navodnjavanje, krtičenje ili podrivanje, kalcizaciju, humizaciju, te meliorativnu gnojidbu za tla slabe opskrbljenosti hranjivima. Za korekciju reljefa koristimo konturnu obradu i terasiranje. Detaljno projektiranje i izvođenje melioracijskih radova, trebalo bi prije svega prilagoditi i uskladiti s planom razvoja poljoprivrede.

## Literatura

- FAO (1976). A framework for land evaluation. Soil Bull. No. 32, FAO, Rome and ILRI, Wageningen. Publ. No. 22
- Smith M. (1992): CROPWAT – A computer program for irrigation planning and management, FAO, Irrigation and drainage paper no. 46, Rome
- Škorić A. (1986). Postanak, razvoj i sistematika tla. Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu.
- Škorić A. (1991). Sastav i svojstva tla. Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu
- Majhen M. (2011). Procjena pogodnosti zemljišta općine Cestica za višenamjensko korištenje u poljodjelstvu. Diplomski rad.
- Vidaček Ž. (1976). Prilog korištenju nekih klasifikacija tala – zemljišta pri namjenskim pedološkim istraživanjima na primjeru dijela srednjeg toka rijeke Plitvice. Magistarski rad. Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu.
- xxx OPK – Osnovna pedološka karta Republike Hrvatske mjerila 1:50.000, sekcije Ptuj 1 i Ptuj 2 sa pripadajućim tumačima.. Arhiva Zavoda za pedologiju Agronomskog fakulteta u Zagrebu.

sa2012\_0112

# Proizvodnja bioplina iz lucerne (*Medicago sativa*)

Đurđica MIHIĆ<sup>1</sup>, Daria JOVIČIĆ<sup>1</sup>, Davor KRALIK<sup>1</sup>, Jelena MIRJANIĆ<sup>1</sup>, Milan IVANOVIĆ<sup>2</sup>, Marko VUKŠIĆ<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet Osijek, Kralja Petra Svačića bb, Osijek, Hrvatska (e-mail: dmihic@pfos.hr, dkralik@pfos.hr)

<sup>2</sup> Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Elektrotehnički fakultet Osijek, Kneza Trpimira 2B, Osijek, Hrvatska

<sup>3</sup> Sveučilište u Splitu, Sveučilišni studijski centar za stručne studije, Livanjska 5, Split, Hrvatska

## Sažetak

Cilj rada bio je utvrđivanje energetskog potencijala lucerne (*Medicago sativa*) kodigestijom sa svježom svinjskom gnojovkom. Kontrolnu grupu činila je svježa svinjska gnojovka (K), a eksperimentalnu svježa svinjska gnojovka uz dodatak 10% (m/m) svježe lucerne (KS). Određen je sadržaj organske tvari, pH, količina i sastav proizvedenog bioplina. Istraživanje je provedeno u diskontinuiranim bioreaktorima (zapremine 1000 ml) pri mezofilnim uvjetima (35° C) u tri ponavljanja. Vrijeme zadržavanja bilo je 61 dan. Utvrđen je pozitivan utjecaj dodatka lucerne stajskom gnoju i povećanje prinosa bioplina za oko 43% u odnosu na kontrolni uzorak. Istraživanje je provedeno u sklopu projekta „Korištenje gnojovki i leguminoza u proizvodnji energije“.

Ključne riječi: biomasa, bioplin, lucerna, svinjska gnojovka

## Production of biogas from leguminous plant

### Abstract

The aim of this paper was to determine the energy potential of alfalfa (*Medicago sativa*) implementing co-digestion with fresh pig slurry. The control group was fresh pig slurry (K) and the experimental group (KS) fresh pig slurry with addition of 10% (m/m) of fresh alfalfa. The content of organic matter, pH, amount and composition of produced biogas was determined. The experiment was conducted in discontinuous bioreactors (volume of 1000mL) at mesophilic conditions (35°C) with retention time of 61 days. Positive influence of addition of alfalfa to swine manure was determined and increasing biogas yield by about 43% compared to the control group. The study was conducted within the project “Use of slurry and legumes in energy production”.

Key words: alfalfa, biogas, biomass, pig slurry

### Uvod

U posljednjih nekoliko desetljeća postupak anaerobne digestije postao je široko rasprostranjen u mnogim zemljama u Europi zahvaljujući zakonodavstvu čiji je cilj porast proizvodnje bioplina u različitim gospodarskim sektorima. Važnost ove tehnologije očituje se u ekološkoj korisnosti ali i dodatnom izvoru prihoda (Comino i sur., 2009). Bioplin se koristi izravno za grijanje i proizvodnju električne energije te kao alternativa fosilnih goriva. Osim toga, nakon digestije ostaje digestat koji se može koristiti kao gnojivo i time smanjiti uporabu mineralnih gnojiva (Pöschl i sur., 2010).

## Production of biogas from leguminous plant

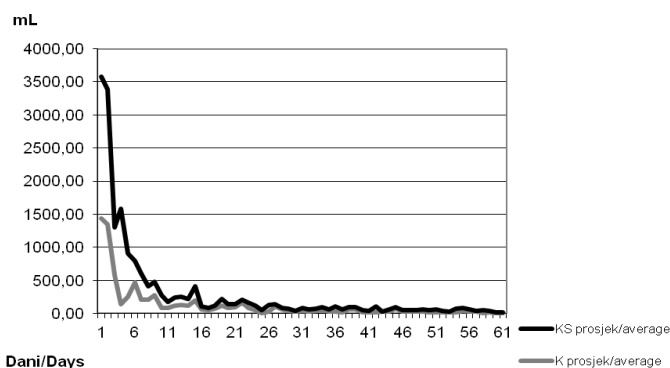
Anaerobna digestija je mikrobiološki proces razgradnje organske tvari bez prisutnosti kisika (Al Seadi i sur., 2008). Proces nastanka bioplina rezultat je niza povezanih procesnih koraka tijekom kojih mješovite populacije različitih vrsta bakterija razgrađuju organske spojeve a kao krajnji produkt nastaje visoko vrijedna energetska smjesa plinova ( $\text{CH}_4$  i  $\text{CO}_2$  s najvećim udjelom), bioplin (Lastella i sur., 2002). Kodigestija različitih materijala poboljšava proces anaerobne digestije uslijed povoljnog omjera ugljika i hranjivih tvari (El-Mashad i Zhang, 2010). Prema Mata-Alvarez i sur. (2000), digestijom više supstrata uspostavlja se pozitivan sinergizam i dodatni nutrijenti podupiru rast mikroorganizama. Ovim istraživanjem provedena je kodigestija svinjske gnojovke i svježe lucerne u diskontinuiranim bioreaktorima. Zbog nedovoljne količine ugljika (nizak C/N omjer), sama digestija stajskog gnoja nije najučinkovitiji način proizvodnje bioplina, stoga je provedena kodigestija sa svježom lucernom. Svinjska gnojovka osigurava puferski kapacitet i širok raspon hranjivih tvari, dok dodani biljni materijal zbog većeg sadržaja ugljika poboljšava C/N omjer (Wu i sur., 2010). Svrha istraživanja bila je utvrditi energetski potencijal lucerne kodigestijom sa svinjskom gnojovkom.

### Materijal i metode

U ovom istraživanju korištena je svježa svinjska gnojovka i svježa lucerna. Kontrolnu grupu činila je svježa svinjska gnojovka (K), a eksperimentalnu svježa svinjska gnojovka s dodatkom 10% (m/m) svježe lucerne (KS). Prema Thompsonu (2001) određen je sadržaj krute tvari, postotak vlage, sadržaj pepela i organske tvari. Elektrokemijskim mjerenjem utvrđen je pH. Istraživanje je postavljeno u diskontinuiranim bioreaktorima (zapremine 1000 ml) pri mezofilnim uvjetima ( $35^\circ\text{C}$ ) u tri ponavljanja. Retencijsko vrijeme zadržavanja supstrata je 61 dan jer se tada dnevna proizvodnja plina značajno smanjila, odnosno proces je u potpunosti završen. Proizvedeni bioplin prikupljan je u graduirane posude potopljene u zasićenu otopinu NaCl. Svakodnevno je očitavana količina proizvedenog plina koji je analiziran plinskim kromatografom Varian 3900 prema modificiranoj metodi HRN ISO 6974-4:2000. Plinskom kromatografijom detektiran je udio (%) N,  $\text{CO}_2$ , i  $\text{CH}_4$ . Za određivanje udjela  $\text{H}_2\text{S}$  korišten je Vortex i senzor za plin Xgard-model-1- $\text{H}_2\text{S}$ .

### Rezultati i rasprava

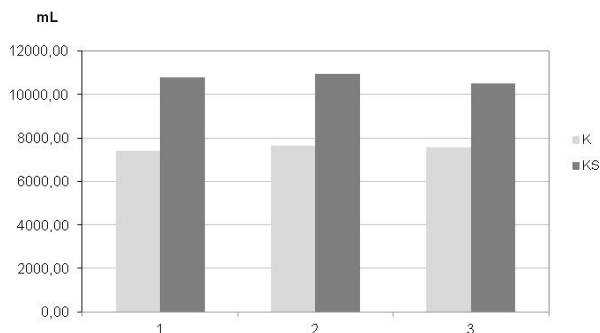
Prosječni udio ST svinjske gnojovke bio je 9,05%, a svježoj lucerne 17,31%. Dodatkom 10% svježe lucerne u svinjsku gnojovku povećao se udio ST u eksperimentalnoj grupi do prosječno 9,73 %. Kontrolna grupa imala je u prosjeku 76,18% organske tvari, a eksperimentalna 79,14%. Svi uzorci su na početku procesa imali koncentraciju pH blisku optimalnoj. Prema Al-Seadi i sur. (2008) optimalne pH vrijednosti za mezofilnu digestiju kreću se od 6,5 do 8, a do inhibicije procesa dolazi ako pH vrijednost padne ispod 6 ili poraste iznad 8,3. Kontrolni uzorak imao je pH 7,32. Eksperimentalni uzorak je imao nešto višu pH vrijednost, 7,43 Nakon fermentacije pH vrijednost se u obje skupine uzoraka povećala za oko 0,4 pH jedinice što znači da su se stvorili uvjeti za razvoj metanogeneze.



Grafikon 1. Dinamika proizvodnje bioplina (dan/mL bioplina)

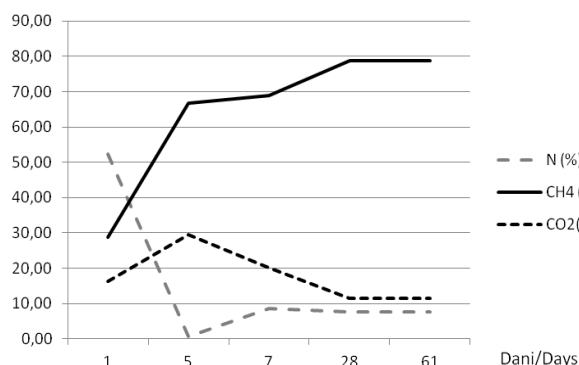
U grafikonu 2 prikazana je ukupna količina proizvedenog bioplina. Prosječna količina proizvedenog bioplina iz 500 mL supstrata iznosi 7.538,33 mL za kontrolni uzorak, a za eksperimentalni 10.755,00 mL. Usporedbom

tih vrijednosti vidljivo je povećanje od 43% u količini proizvedenog bioplina kod eksperimentalnog uzorka u odnosu na kontrolni, iz čega je jasno vidljiv utjecaj dodane količine lucerne.

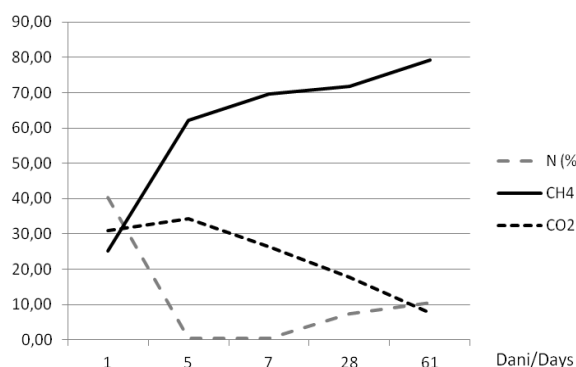


Grafikon 2. Ukupna količina proizvedenog bioplina (mL/500 mL)

Iz grafikona 3 i 4 vidljivo je da je količina metana obrnuto proporcionalna količini dušika. U početku procesa stvara se velika količina dušika (razgradnja proteina u početnoj fazi hidrolize). U određenom trenutku kako količina nastalog dušika dostiže najnižu vrijednost tako ugljikov dioksid dostiže najvišu te nakon toga opada dok se udio dušika pri kraju procesa povećava. Koncentracija metana se konstantno povećava, sve do kraja cijelog procesa.



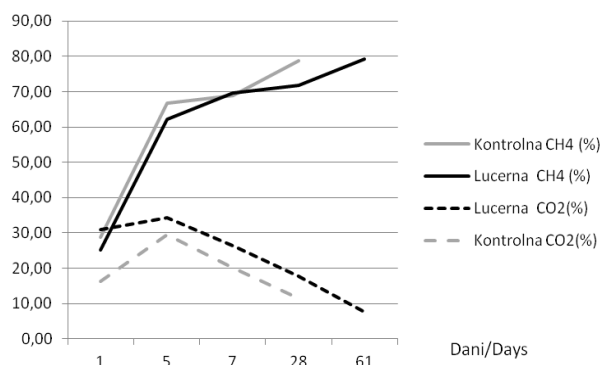
Grafikon 3. Sastav bioplina u kontrolnom uzorku (K)



Grafikon 4. Sastav bioplina u eksperimentalnom uzorku (KS)

## Production of biogas from leguminous plant

Količina dobivenog metana povećava se s vremenom, kako proces napreduje, i za kontrolnu i za eksperimentalnu grupu. Eksperimentalna grupa uzoraka dala je više bioplina na kraju procesa. Prosječna količina metana u kontrolnoj grupi iznosila je 78,69% a u eksperimentalnoj 79,22. Udio CO<sub>2</sub> je veći u kontrolnoj grupi i iznosi 11,57%, dok je u eksperimentalnoj 7,53%. (grafikon 5).



Grafikon 5. Količina CH<sub>4</sub> i CO<sub>2</sub> u proizvedenom bioplina

## Zaključci

U proizvodnji bioplina vrlo važnu ulogu igra količina suhe i organske tvari uz dodatne čimbenike koji se analiziraju i preračunavaju kako bi dobili sve potrebne informacije za stavljanje u rad jednog bioplinskog postrojenja. Zasebna digestija stajskog gnoja nije dovoljno učinkovit proces za proizvodnju bioplina zbog male količine suhe i organske tvari u stajskom gnoju. Količina suhe i organske tvari povećana je dodatkom svježih lucerna, što je rezultiralo i učinkovitijim procesom. Provedenim analizama utvrđeno je povećanje količine proizvedenog bioplina kodigestijom za oko 43% u odnosu na kontrolne uzorke. Svježih lucerna kvalitetna je sirovina za kodigestiju s organskim gnojivom jer utječe na povećanje prinosa bioplina. Osim toga lucerna je višegodišnja biljka koja zahtijeva minimalne agrotehničke mjere uzgoja i stoga smanjuje troškove proizvodnje bioplina.

## Literatura

- Al Seadi T., Rutz D., Prassl H., Köttner M., Finsterwalder T., Volks S., Janssen R., Kulišić B., Kojaković A. (2008). Priručnik za bioplin. BiG>East Biogas for Eastern Europe, Intelligent Energy for Europe.
- Comino E., Rosso M., Riggio V. (2009). Development of a pilot scale anaerobic digester for biogas production from cow manure and whey mix. *Bioresource Technology* 100:5072-5078.
- El-Mashad H.M., Zhang R. (2010). Biogas production from co-digestion of dairy manure and food waste. *Bioresource Technology* 101:4021-4028.
- Lastella G., Testa C., Cornacchia G., Notornicola M., Voltasio F., Sharma V.K., (2002). Anaerobic digestion of semi-solid organic waste: biogas production and its purification. *Energy Conversion and Management* 43:63-75.
- Mata-Alvarez J., Macé S., Llabres P. (2000). Anaerobic digestion of organic solid wastes: an overview of research achievements and perspectives. *Bioresource Technology* 74(1):3-16.
- Pöschl M., Ward S., Owende P. (2010). Evaluation of energy efficiency of various biogas production and utilization pathways. *Applied Energy* 87:3305-3321.
- Wu X., Yao W., Zhu J., Miller C. (2010). Biogas and CH<sub>4</sub> productivity by co-digesting swine manure with three crop residues as an external carbon source. *Bioresource Technology* 101:4042-4047.

sa2012\_0113

# Some chemical parameters of soil quality in the Šumadija region

Jelena MILIVOJEVIĆ<sup>1</sup>, Miodrag JELIĆ<sup>2</sup>, Vera DJEKIĆ<sup>1</sup>, Vesna STEVANOVIĆ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Small Grains Research Centre Kragujevac, Save Kovacevica 31, 34000 Kragujevac, Serbia  
(e-mail: ivanmaja@kg.ac.rs)

<sup>2</sup>Faculty of Agriculture, Kopaonička bb, Lešak 38219, Kosovo and Metohija, Serbia

## Abstract

The research presented in this paper was conducted on agricultural farms in the Šumadija region. The study area is covered by different types of potentially fertile and low-fertility soils used for intensive field crop production. Basic soil fertility parameters (pH, humus, total nitrogen, available P and K) were evaluated. Most soils (about 70%) were found to be of poor quality (low pH levels, low contents of humus and readily available phosphorus). The solution to the soil quality deterioration problem occurring in the Šumadija region, primarily with respect to the degradation of soil chemical properties (high acidity and low levels of readily available phosphorus and humus), necessitates not only appropriate fertilization but also the use of adequate soil conditioners (lime and organic materials).

Key words: soil fertility, pH, humus, nutrients

## Introduction

Šumadija is a Central Serbian region characterized by a multitude of soil types, subtypes, varieties and forms. Therefore, the soils in this region show high heterogeneity and have specific chemical properties and productive capacities. Some 180,000 ha of arable land are used for crop production purposes. The maintenance of a satisfactory level of soil fertility under intensive field crop production conditions requires systematic control and use of adequate soil amendment measures. Changes in soil quality are closely related to soil physical, chemical and biological fertility (Zhang et al., 2007, Brady and Weil, 2002). Optimum mineral fertilization rates control plant nutrition and contribute to the maintenance or improvement of soil fertility. The effect of fertilizers on the soil and the ensuing changes are frequently neglected. Fertilization induces only minor annual changes in soil properties, but the cumulative effect of its long-term use can be quite substantial. Uncontrolled fertilization, most notably the use of high fertilizer rates, often leads to increased acidity and soil fertility degradation (Jelić et al., 2006). The present study involved the analysis of major fertility parameters for the evaluation of the quality of soils used for successful field crop production, as well as determination of soil improvement measures to be taken for soil quality maintenance and soil revitalization purposes.

## Material and methods

Soil samples were collected in September and October over three consecutive years (2007 to 2009) in the Šumadija region, in 120 cadastral units (totaling approximately 1000 samples). Of the total number of samples, 410 were selected for evaluation of soil fertility. Sampling covered some of the most common soil types (including eutric cambisol, vertisol and luvisol) and locations characterized by the most intensive field crop production. The soils were sampled at a depth of 0-30 cm, according to fertility control principles. The samples were air-dried and ground by an electric soil grinder to a particle size of 2 mm. The soil was analyzed using the following standard chemical methods: pH in KCl by electrometry, humus content according to Kotzman, total nitrogen according to Kjeldahl, and readily available phosphorus and potassium by the Egner- Riehm Al- method. The data obtained were subjected to an Analyst program SAS/STAT/SAS Institute, 2000).

## Results and discussion

The major chemical properties that govern soil fertility include reaction (pH), humus content and available nutrients (nitrogen, phosphorus and potassium). Exchangeable acidity in the Šumadija soils ranges from 2.5-7.22 pH units. The results indicate the predominance of acid soils (Table 1). Acid soils (pH < 5.50) account for about 70% of the total number of samples. Among them, 30% of soils are extremely acid (pH) <4.5), their average pH being 4.25. Slightly acid soil samples (5.51-6.50) make up 18% with an average pH of 5.94 units. Neutral pH values were found in 11.43% of soil samples, and alkaline pH (> 7.2) in only 0.24% of soils. The high acreage of acid arable soils in the Šumadija region is due not only to acid geological substrate but also to the continuous secondary acidification (air pollution, uncontrolled fertilization) process being underway (Jelić et al., 2006).

The implementation of systematic soil fertility control and the use of liming are necessary measures taken to provide a long-term solution to the soil acidity problem, leading to increased yields and improved soil quality (Dugalić, 1997, Kovačević et al., 2006; Živanović-Katić et al., 2004).

Humus content is an important indicator of soil fertility (Table 2). Most soils (about 54.07%) are classified as good supply of humus (3-5%), having an average humus content of 3.7%. Soils having a poor in humus (2.5% on average) account for 40.93% of samples.

A very high humus content of 5.91% on average was identified in only 5% of soils. The low humus content in Šumadija's plough land is the result of increased organic matter mineralization and use of inadequate cultural operations and crop rotation systems. In order to increase the humus content in the test Šumadija's soils, it is necessary to employ amelioration with organic fertilizers (cattle manure, green manure, etc.) which intensify both microbiological processes and synthesis of new amounts of high molecular weight organic compounds (humus) in the soil. Similar conclusions were reported previously by Dugalić (1997) and Mrvić (2006).

**Table 1. Proportion of soil samples, the mean value, standard error and standard deviation of pH (KCl) in Šumadija's arable land**

Soil reaction	pH (KCl)	% of samples	X	Se	Sd
Alkaline	>7.2	0.24	7.22	-	-
Neutral	6.51-7.20	11.43	6.73	-	-
Slightly acid	5.51-6.50	18.00	5.94	0.03	0.31
Acid	4.51-5.50	39.42	4.95	0.02	0.31
Very acid	< 4.5	30.91	4.25	0.02	0.18

**Table 2. Proportion of soil samples, the mean value, standard error and standard deviation of the humus content in Šumadija's arable land**

Soil supply status	Humus (%)	% of samples	X	Se	Sd
Very low	0-1	-	-	-	-
Low	1-3	40.93	2.50	0.03	0.40
Good	3-5	54.07	3.70	0.13	1.93
Very high	>5	5.00	5.91	0.36	1.20

Nitrogen is among major macronutrients showing a highly intensive dynamics in the soil. Total nitrogen supply was observed to be good in the major part of the study area (Tab. 3), with about 50% of soil samples having a good N supply (0.2-0.1% N) and the rest being classified as rich (0.3-0.2% N) and very rich (> 0.3% N) soils, making up 33.58% and 12.89% of soil samples, respectively. A good supply of total nitrogen in the soil resulting from the continuous use of N fertilizer was reported previously by Jelić et al. (2005) and Wang et al. (2010).

Phosphorus is an essential nutrient that shows low solubility in the soil, as also confirmed by this study. Šumadija's soils predominantly have a poor supply of available phosphorus (Table 4).

Most soils (about 71%) are poor in available phosphorus, its average values being 3.00 mg 100<sup>-1</sup>g. Soils having a moderate supply of readily available phosphorus (10-20 mg 100<sup>-1</sup>g), with an average of 14.57 mg 100<sup>-1</sup>g soils, account for approximately 12% of the total soil area. Average values for 12% of soil samples 85.29 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 100<sup>-1</sup>g. The extremely high level of readily available phosphorus in part of the test soils results from the

uncontrolled use of fertilizers. Therefore, any further phosphorus fertilization in these soils is absurd and injudicious. The results comply with those reported by Marković et al. (2006), Marković et al. (2011). It is a well known fact that the availability of phosphorus decreases in acidic soils due to its immobilization by free  $Al^{3+}$  and  $Fe^{3+}$  ions (Debnath et al., 2000).

**Table 3.** Proportion of soil samples, the mean value, standard error and standard deviation of the total nitrogen content in Šumadija's arable land

Soil supply status	Total N%	% of samples	X	Se	Sd
Very rich	>0.3	12.89	0.49	0.02	0.15
Rich	0.3-0.2	33.58	0.24	0.003	0.03
Good supply	0.2-0.1	50.36	0.15	0.002	0.02
Moderate supply	0.1-0.06	0.73	0.09	0.058	1.00
Poor	0.06-0.03	-	-	-	-
Very poor	0.03-0.02	-	-	-	-
Limited supply	<0.02	0.49	0.008	0.001	0.0014

**Table 4.** Proportion of soil samples, the mean value, standard error and standard deviation of the available phosphorus content in Šumadija's arable land

Soil supply status	$P_2O_5$ mg $100^{-1}$ g	% of samples	X	Se	Sd
Poor supply	<10	71.05	3.00	0.14	2.49
Moderate supply	10-20	11.92	14.57	0.42	2.97
Good supply	>20	12.41	85.29	11.10	79.31

**Table 5.** Proportion of soil samples, the mean value, standard error and standard deviation of the available potassium content in Šumadija's arable land

Soil supply status	$K_2O$ mg $100^{-1}$ g	% of samples	X	Se	Sd
Poor supply	<10	-	-	-	-
Moderate supply	10-20	26.16	16.43	0.07	0.68
Good supply	>20	73.84	38.90	1.69	24.43

The supply of potassium in the test soil samples was found to be much better than that of phosphorus (Table 5), being good in 73.84% soil samples (average 38.9 mg  $100^{-1}$ g), and moderate in 26.16% of samples, showing an average  $K_2O$  content of 16.43 mg  $100^{-1}$ g. Very high levels of readily available potassium were measured in a small number of soil samples, as a result of both nutrient-rich geological substrate and intensive fertilization, mostly on soils cultivated with vegetables.

### Conclusion

The soils predominantly occurring (70%) in the Šumadija region are acid and extremely acid in reaction, and have a good content of humus (3.7 % in 54 % of soil samples), why 41 % of soils samples have a low content of humus (average 2.5%), and a low content of readily available phosphorus (3.00 mg  $100^{-1}$ g in 71% of soils). Most soils (about 50%) are well supplied with nitrogen, 33.58% of soils are rich in total nitrogen, and 73.84% of soils have a good supply of readily available potassium.

The solution to the soil degradation problem occurring in the Šumadija region on about 70% of the field crop acreage, primarily with respect to soil chemical properties (high acidity and low levels of readily available phosphorus and humus), necessitates not only appropriate fertilization but also the use of adequate soil conditioners (lime and organic materials) towards soil revitalization.

### References

- Brady, A. C., Weil, R. R. (2002): The nature and properties of soils. 13<sup>th</sup> Edn. Prentice Hall, New Jersey, USA.



- Debnath, A., Bhattacharjee, T. K., Debnath, N. C. (2000): Behaviour of inorganic phosphate fractions in limed acid soils. *Journal of the Indian of Soil Sci.*, 48(4): 829-831.
- Dugalić, G. (1997): Karakteristike kraljevačkog pseudogleja i iznalaženje mogućnosti za povećanje njegove produktivne sposobnosti. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet. Zemun.
- Jelić, M., Milivojević, J., Dugalić, G. (2005): Analiza stanja plodnosti i stepena zagađenosti zemljišta u Kragujevcu i okolini sa predlogom mera za očuvanje i poboljšanje njegovog kvaliteta. VI Međunarodna Eko- Konferencija 2005 "Zaštita životne sredine gradova i prigradskih naselja". Monografija, knj. I, Novi Sad, 233-239.
- Jelić, M., Dugalić, G., Milivojević, J. (2006): Influence of different wheat fertilization system on the fertility of smonitza in the process of degradation. *Zemljište i biljka*, Vol. 55, No 1, 29-38.
- Kovačević, V., Banaj, D., Kovačević, J., Lalić, A., Jurković, Z., Krizmanić, M. (2006): Influences of liming on maize, sunflower and barley. *Cereal Research Communications*, 34 (I), pp. 553-556.
- Marković, M., Komljenović, I., Delalić, Z., Kovacević, V. (2006): Phosphorus as a limiting factor of the field crops yield under conditions of the northern Bosnia. *Universitatea se Stiinta Agricole si Medicina Veterinara Iasi, Lucrari Stiintifice – Volume 49, seria Agronomie*, p. 218-222.
- Markovic, M., Komljenovic, I., Kovacevic, V., Lukac, Z. (2011): Soil acidity and phosphorus status in northern Bosnia and their improvement by agromeliorations. *Conference Soil, plant and food interactions*, 6 – 8 September 2011, Brno, p. 273-280.
- Mrvić, V. (2006): Mobilnost aluminijuma u pseudoglejnim zemljištima Srbije. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet. Zemun.
- Wang, Q., Li, F., Zhao, L., Zhang, E., Shi, S., Zhao, W., Song, W., Vance, M. (2010): Effect of irrigation and nitrogen application rates on nitrate nitrogen distribution and fertilizer nitrogen loss, wheat yield and nitrogen uptake on a recently reclaimed sandy farmland. *Plant and Soil*, Vol. 337, 1-2, 325-339.
- Zhang, X. Y., Sui, X. Y., Zhang, X. D., Meng, K., Herbert, S. J. (2007): Spatial variability of nutrient properties in black soil of northeast China. *Pedosphere*, 17, 19-29.
- Živanović- Katić, S., Jelić, M., Milivojević, J., Nikolić, O. (2004): Proizvodnja strnih žita na kiselim i meliorisanim zemljištima u Centralnom delu Srbije. *Tematski zbornik radova "Poljoprivreda između suša i poplava"*, Novi Sad, 44-51.

**sa2012\_0114**

# Impact of organic fertilising on soil microbial biomass in acid soil

Mateja MURŠEC<sup>1</sup>, Remi CHAUSSOD<sup>2</sup>

<sup>1</sup> University of Maribor, Faculty of Agriculture and Life Sciences, Pivola 10, Hoče, Slovenia  
(e-mail: mateja.mursec@uni-mb.si)

<sup>2</sup> INRA – Université de Bourgogne, UMR Microbiologie des Sols et de l'Environnement,  
17 rue Sully, B.P. 86510, 21065 Dijon, France

## Abstract

A two-years field experiment in organic apple orchard in NE Slovenia was carried out, studying the effects of organic fertiliser and liming on soil microbial biomass (MB) in acid soil (pH=4.7). Four treatments were included: organic fertilising without liming (OF), organic fertilising with liming (OFL), liming without organic fertilising (L) and control (C). The effect of OF on MB was mitigated by soil pH due to increasing soil acidity. L initially increased MB, while as a long time effect, it slightly decreased MB. The interaction of OFL was not clear, but in long term this is probably the best solution because it had positive consequences on soil pH, while preserving fair levels of MB.

Key words: organic fertiliser, liming, acid soil, soil pH, microbial biomass

## Introduction

Maintenance of soil organic matter is important for the long-term productivity of agroecosystems. Soil application of organic amendments is a management strategy to counteract the progressive loss of organic matter (Marinari *et al.*, 2000; Tejada *et al.*, 2008). The addition of organic amendments may improve soil physico-chemical, biochemical and microbiological properties involved in biogeochemical cycles and thus positively influences plant productivity parameters. The organic amendments are a source of slow-releasing nutrients and available energy for soil microorganisms (Gómez *et al.*, 2006).

In organic production, the use of inorganic nitrogen fertilisers is not allowed, so plant nutrition with nitrogen often represents the main limiting factor. To improve nitrogen nutrition in organic plant production, it is important to focus on microbes, which enable the release of available nitrogen forms in soil. Application of organic fertilizers is linked to soil organic carbon and nitrogen pools, which consequently change microbial parameters and plant nutrition via mineralization processes. In organic farming, the main goal with different agricultural techniques is to enhance microbial activity, thus improving element recycling and soil fertility. As microorganisms respond very quickly to changes in land management (Entry *et al.*, 2008), microbial biomass can be used as one of potential quality indicators in orchard soils.

This research was devoted to study the effects of organic product (fertiliser) and liming on soil quality with the goal to enhance soil microbial biomass towards better plant nutrition.

## Materials and methods

### Study site

The experimental organic orchard was settled at the University Agricultural Centre Pohorski dvor in Pivola near Maribor (NE Slovenia). The climate was moderately continental with mean rainfall in the growing period (May-September) of 522 mm in 2004 and 744 mm in 2005; and mean air temperature of 15.5°C in 2004 and 15.9°C in 2006. The soil type was 'Dystric Cambisol' (FAO, 1998), developed on schist. Soil pH was 4.7 (in KCl), the soil texture was silty loam. The experiment was performed in four treatments as randomized block design, including two factors (organic fertiliser and liming). The included treatments were: organic

fertilising without liming (OF), organic fertilising with liming (OFL), liming without organic fertilising (L) and control (C). Experimental site was made of five parallel tree rows, each of them contains 240 trees of 'Topaz' apple (*Malus Domestica* Borkh.) cultivar. The surface of the experimental plot was about 1600 m<sup>2</sup>.

### Organic fertiliser and lime applications

Different organic fertilisers were applied every spring (in April) from 2004 to 2005, according to nutritional requirements of apple trees (60 kg N<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> year). Compo Guano was chosen as a reference fertiliser in the study of soil microbes, assumed to be the most efficient organic fertiliser due to the highest percentage of total (12.3 %) and mineral (ammonium - 3.7%) nitrogen and the highest soluble organic matter content (97.4 %), comparing to the other products.

Lime material was 98 % natural grinded (120 µm) limestone (CaCO<sub>3</sub>) with 1.5 % MgCO<sub>3</sub>, 0.02 % FeO<sub>3</sub> and 0.05 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. The lime requirement was calculated by an old internal system, based on potential (in 0.1 M KCl solution) and hydrolytic (in 0.5 M Ca-acetate) soil acidity. During our study, liming was performed twice a year, in the spring and in autumn, three weeks before organic fertilizers application. Lime was mechanically incorporated within the first 10 cm of the soil.

### Analytical methods

Soil sampling was done till 15 cm depth. Soil pH was measured in KCl solution with electrometric method, according to ISO 10390. Soil microbial biomass was determined by using CHCl<sub>3</sub> fumigation-extraction method (Vance *et al.*, 1987), modified by Chaussod *et al.* (1988).

### Statistical analysis

The data were statistically analysed as a two factor (organic fertiliser and liming) trial in three blocks. Statistical procedures were carried out with the software package Statgraphics Centurion XV (Statgraphic<sup>®</sup>, 2005). The means were separated by the Duncan test, considering a significance level  $p < 0.05$ .

## Results and discussion

Soil pH was measured during both seasons of the experiment. Temporal distribution of this parameter is represented in Fig.1. During two seasons, treatments including liming (L and OFL) significantly increased soil pH comparing treatments without liming (OF and C). The strongest effect on soil pH increase was observed in the treatment L (lime without Compo Guano). Similar pH distribution was observed in the treatment OFL, but the values were slightly lower. The immediate reaction between soil and lime lead to an immediate increase in pH of the soil water due to partial dissolution of carbonates (Ola, 1978). However, the completion of the reaction is slow and their effect may show up in days, months, or years (Ola, 1978). Benefits of compost amendments to soil also include pH stabilization (Stamatiadis *et al.*, 1999) and this could explain slightly lower soil pH in OFL. In the treatments without liming, Compo Guano additionally attributed to lower soil pH, what was confirmed by Ritchie & Dolling (1985).

From Fig. 2a, b, c & d it can be seen that MB increased during the experiment, following the addition of fertiliser or lime. At the beginning of the experiment (May and Sept. 2004), MB was not significantly affected by treatments yet, while a slight increase of BM in L and OF was noticed in September 2004. In May 2005, liming had a positive effect on MB: MB was significantly higher in OFL comparing OF; while comparing C and L, higher MB was noticed in case of liming (L), but this difference was not statistically proved. L showed significantly higher MB as OF, what was linked with liming effect on soil pH. MB values were the highest in OFL treatment, where soil pH rose due to liming and pool of organic carbon was enriched with additional Compo Guano. In September 2005, a slight decrease of MB in case of liming was probably linked with less organic matter input, which represent the main source of microbial food. The highest MB values in OFL in September 2005 confirmed previous statement from May 2005.

Liming alone had a positive short-term effect on MB, but there is a question about what happens in the long term (decline of BM in Sept. 04). Anderson (1998) found that the microbial activity measured as basal respiration was higher after liming as compared to the control, and Kreutzer (1995) noticed that the organic pool of the organic surface layer and upper mineral soil decreased (root biomass not included) after long lime application. Considering previous observations it can be presumed that stimulation of soil BM through liming results in more intensive microbial activity, which will gradually leads to MB decrease.

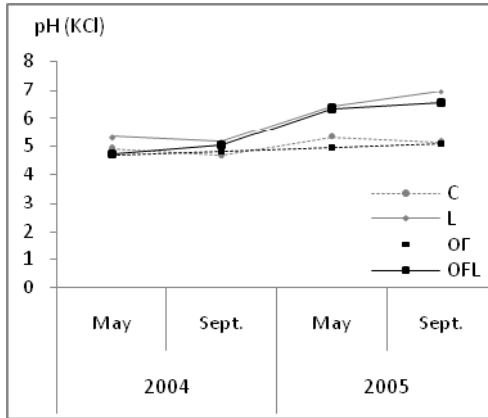


Figure 1. Temporal distribution of soil pH (0-15 cm).

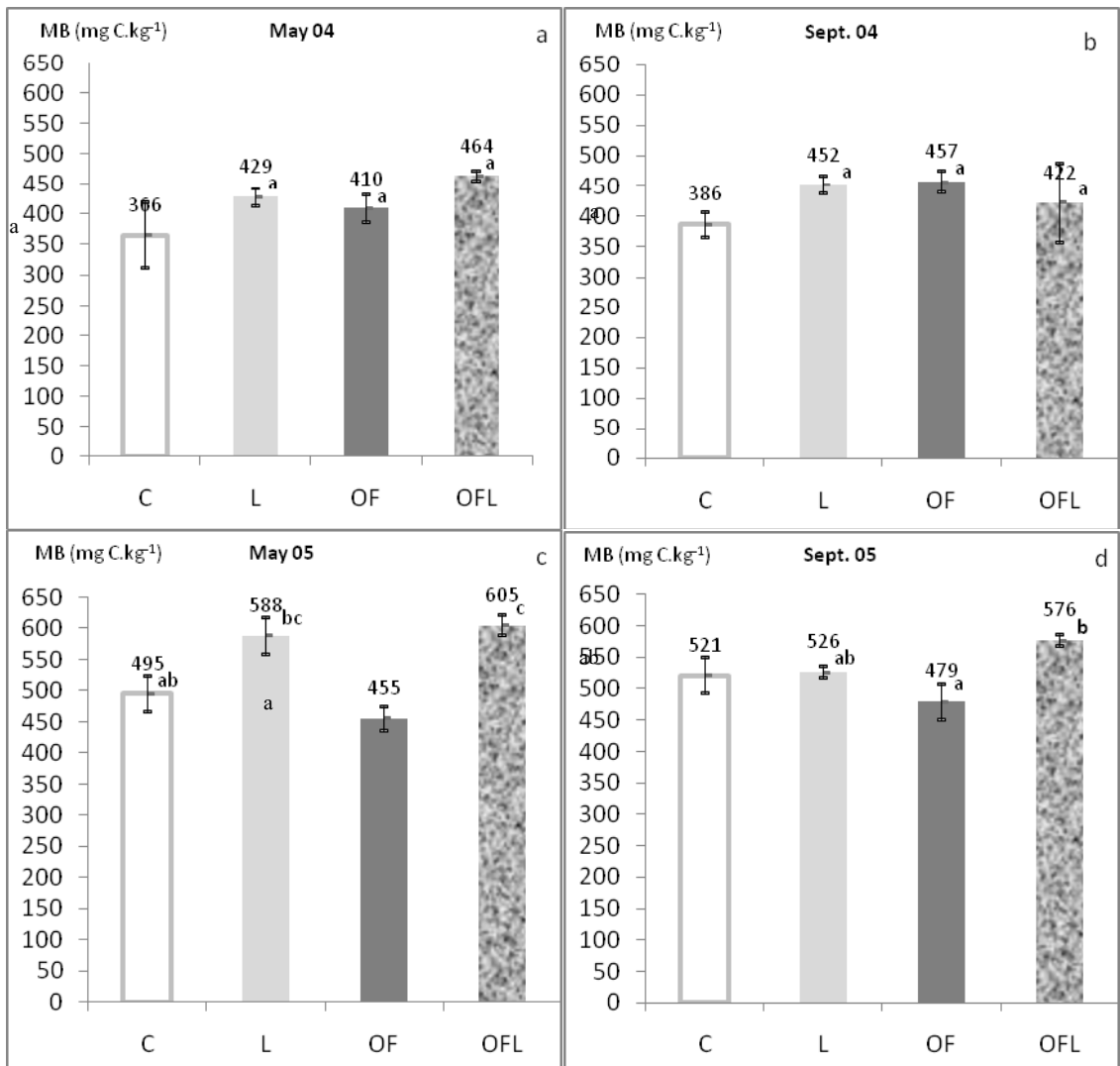


Figure 2a, b, c & d: Temporal distribution of soil microbial biomass (0-15 cm).

### Conclusion

Liming alone initially increased MB, but without additional organic fertiliser it could decrease MB as a long time effect. Organic fertilising in acid soils without liming must be avoided. The interaction of Compo Guano and lime together is presumably the best solution for the long term because it had positive consequences on soil pH and fair levels of MB. For higher microbial density and activity (especially in organic farming), soil pH should be improved in the first place, and further it is important to maintain good level of soil organic matter with application of organic fertilisers.

### References

- Anderson, T.H. (1998). The influence of acid irrigation and liming on the soil microbial biomass in a Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) stand. *Plant and Soil* 199:117-122.
- Chaussod, R., Houot, S., Guiraud, D. and Hétier, J.M. (1988). Size and turnover of the microbial biomass in agricultural soils: laboratory and field measurements. in: Jenkinson, D.S. and Smith, K.A. (Eds). *Nitrogen efficiency in agricultural soils*. Elsevier Applied Science Amsterdam, 312-326.
- Entry, J.A., Mills, D., Mathee, K., Jayachandran, K., Sojka, R.E. and Narasimhan, G. (2008). Influence of irrigated agriculture on soil microbial diversity. *Appl. Soil Ecol.* 40: 146-154.
- FAO. (1998). *World Reference Basis for Soil Resources*. ISSS-ISRIC-FAO, Rome 84.
- Gómez, E., Ferreras, L. and Toresani, S. (2006). Soil bacterial functional diversity as influenced by organic amendment application. *Bioresource Technology* 97:1484-1489.
- ISO 10390. (2005). *Soil quality. Determination of pH*.
- Jenkinson, D.S. and Ladd, J.N. (1981). *Microbial Biomass in Soil: Measurement and Turnover*. in: Paul, E.A. and Ladd, J.N. (Eds.). *Soil Biochem*. Marcel Dekker, New York, USA:415-471.
- Kokalis-Burelle, N. and Rodriguez-Kabana, R. (1994). Changes in populations of soil microorganisms, nematodes, and enzyme activity associated with application of powdered pine bark. *Plant Soil* 162:169-175.
- Kreutzer, K. (1995). Effects of forest liming on soil processes. *Plant and Soil* 168/169:447-70.
- Krishnakumar, S., Saravanan, A., Natarajan, S.K., Veerabadran, V. and Mani, S. (2005). Microbial population and enzymatic activity as influenced by organic farming. *Res.J. of Agr.Biol.Sci.* 1:85-88.
- Kumar, K. and Goh, K.M. (2000). Crop residues and management practices: effects on soil quality, soil nitrogen dynamics, crop yield, and nitrogen recovery. *Adv. Agron.* 68:197-319.
- Lee, J. (2010). Effect of application methods of organic fertilizer on growth, soil chemical properties and microbial densities in organic bulb onion production. *Scientia Horticulturae* 124:299-305.
- Marinari, S., Masciandaro, G., Ceccanti, B. and Grego, S. (2000). Influence of organic and mineral fertilisers on soil biological and physical properties. *Bioresource Technology* 72: 9-17.
- Mondini, C., Cayuela, M.L., Sinicco, T., Sanchez-Monedero, M.A., Bertolone, E. and Bardi, L. (2008). Soil application of meat and bone meal. Short-term effects on mineralization dynamics and soil biochemical and microbiological properties. *Soil Biol. Biochem.* 40:462-474.
- Ola, S. (1978). Geotechnical properties and behavior of some stabilized Nigerian lateritic soils. *Q. J. Eng. Geol.* 11(2):145-160.
- Perez-Piqueres, A., Edel-Hermann, W., Alabouvette, C. and Steinberg, C. (2006). Response of soil microbial communities to compost amendments. *Soil Biol. Biochem.* 38: 460-470.
- Ritchie, G.S.P. and Dolling, P.J. (1985). The role of Organic Matter in Soil Acidification. *Aust. J. Soil Res.* 23(4):569-576.
- Stamatiadis, S., Werner, M., Buchanan and Field, M. (1999). Assessment of soil quality as affected by compost and fertilizer application in a broccoli field (San Benito County, California). *Appl. Soil Ecol.* 12:217-225.
- STATGRAPHICS® Centurion XV. (2005). *User Manual*. Herndon, V.A. Stat. Point Inc. 287 p.
- Tejada, M., González, J.L., García-Martínez, A.M. and Parrado, J. (2008). Application of a green manure and green manure composted with beet vinasse on soil restoration: effects on soil properties. *Bioresource Technology* 99: 4949-4957.
- Vance E.D., Brookes, P.C. and Jenkinson, D.S. (1987). An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biol. Biochem.* 19: 703-707.

sa2012\_0115

# Changes in Banat's humid areas flora and vegetation under the influence of proximities

Alina NEACȘU, Gicu-Gabriel ARSENE, Ciprian STROIA, Alina LAȚO, Florin CRISTA

Banat's University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Timișoara, Romania  
(e-mail: alne76@yahoo.com)

## Abstract

Our research were carried out during the period 2005-2009 and involved the study of the aquatic and paludicolous flora and vegetation of the most important accumulation lakes in Banat. On the occasion of this research, our attention was drawn upon the significant presence of segetal and ruderal species, coming from the proximities. The presence of these species was accounted for based on the narrow shores, the existence of roads in the near vicinity, of the cultivated lands, of animal farms situated here. Considering the preservation of the humid habitats biodiversity, this invasion represents a regressive factor, which endangers the stability and existence of these areas.

Key words: Banat, humid areas, the influence of proximity

## Introduction

As it is well known, „ ... *in the old days, the land near Mures and along Tisa, from Seghedin and beyond Titel, used to be marshy*” (Griselini, 1984). Meanwhile, in Banat works have been performed to control waters and for their rational use. Today, the natural humid areas considerably decreased their size, at the same time artificial water retention areas being created over considerable surfaces. Among these, the lakes Surduc, Pișchia, Liebling and Sânanndrei are representative both for their surfaces and for the vegetal resources possessed.

## Materials and methods

Our studies, carried out in the field and in the laboratory, aimed at the inventory and analysis of the cormophyte flora, and the identification and description of the vegetal associations. The identification of the species was carried out considering the specialized literature (Ciocârlan, 2009). The analysis of the flora was performed per categories of bioforms, geo-elements and according to the autecological indexes. The nomenclature applied for naming the species is the one in Ciocârlan (2009). The annotation of indexes and their representation was as per Sanda et al. (1983). The research on the vegetation were based on the principles of the floristic phytocoenological school (Borza & Boșcaiu, 1965). As this school considers, the fundamental unit of study of vegetation is the *vegetal association*. During the field study we collected phytocoenological samples in the various test areas of vegetation, with similar physiognomy and ecological condition. For each species we wrote down the abundance-dominance and the local occurrence. The estimation scale used for abundance-dominance was the one conceived by Cristea et al., 2004. The local occurrence was estimated as per the scale suggested by Borza & Boșcaiu, 1965. Each association was analyzed from the point of view of the chorology, the floristic composition and sinmorphology, sinecology, cenotaxonomy, sindynamics, of the preservation relevance and value.

## Results and discussions

The analysis of the floras considering the distribution of bioforms, and ecological indexes revealed the fact that there is a visible uniformity in the case of the four accumulations. As biological forms, the

hemicryptophytes (H) are obviously the best represented (Liebling – 46,37 %, Surduc – 42,48 %, Pișchia – 37,64 %, Sânanndrei – 35,71 %): *Agrostis stolonifera* L., *Senecio jacobea* L., *Lathyrus tuberosus* L., *Plantago lanceolata* L., *Trifolium repens* L. etc. They indicate a climate with a thermal or hydro-deficit and the abundance of edified herbal formations of *Poaceae* perene. The hemicryptophytes are followed by annual therophytes (Th): Sânanndrei – 32,14 %, Pișchia – 31,17 %, Surduc – 29,41 %, Liebling – 21,01 %. The therophytes suggest a more or less dry climate, with a high degree of man's influence upon flora and vegetation: *Chenopodium album* L., *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv., *Lamium purpureum* L., *Anagallis arvensis* L., *Xanthium italicum* Moretti etc. They are followed by helohydatophytes.

As for the phyto-geographcial elements, the Eurasian species (Eua) are predominant (Liebling – 57,24 %, Pișchia – 56,47 %, Surduc – 53,59 %, Sânanndrei – 53,57 %): *Ranunculus sardous* Crantz., *Arctium lappa* L., *Lycopus europaeus* L., *Polygonum mite* Schrank, *Salix fragilis* L. etc. They are followed by cosmopolite species (Cosm): 21,01 – Liebling, 20,91 % – Surduc, 19,64 % – Sânanndrei, 17,64 % – Pișchia: *Typha latifolia* L., *Typha angustifolia* L., *Eleocharis palustris* (L.) Roemer et Schultes, *Lythrum salicaria* L., *Juncus effusus* L. etc.

Regarding humidity most species are mesophytes (*Oenanthe aquatica* (L.) Poiret, *Iris pseudacorus* L., *Potentilla reptans* L., *Festuca pratensis* Hudson, *Juncus tenuis* Willd. etc.): Liebling – 33,33 %, Surduc – 30,06 %, Sânanndrei – 26,78 %, Pișchia – 25,88 %. They are followed by the mesohydrophytes species: 24,83 % – Surduc, 21,76 % – Pișchia, 18,84 % – Liebling, 16,96 % – Sânanndrei (*Lindernia procumbens* (Krocker) Philcox, *Cirsium palustre* (L.) Scop., *Dipsacus laciniatus* L., *Lythrum hyssopifolia* L., *Polygonum hydropiper* L. etc.).

Related to the temperature, definitely predominant are the mesothermals: Liebling – 64,49 %, Surduc – 60,81 %, Pișchia – 60,58 %, Sânanndrei – 56,24 % (*Inula britannica* L., *Calystegia sepium* (L.) R. Br., *Lysimachia numularia* L., *Rubus caesius* L., *Sonchus arvensis* L. etc.). Related to the soil reaction, most species are amphitolerant (Euri-Ionic), closely followed by weakly-acid neutrophilic species: Surduc – 50,02 %, Pișchia – 40,58 % (the same percentage is held of weakly-acid neutrophils), Liebling – 42,75 %. Among the amphitolerant species, we mention: *Phalaris arundinacea* L., *Mentha longifolia* (L.) Hudson, *Scutellaria hastifolia* L., *Plantago major* L., *Lythrum salicaria* L. etc. An exception to the above is the accumulation Sânanndrei, where the weakly-acid neutrophil species are predominant – 42,85 %, followed by the amphitolerant ones – 40,17 %.

In the accumulations studied, out of the total of 285 species, 103 are aquatic and paludicolous, the remaining 182 (i.e. over 60%) coming from the proximities. From table 1 it is noticed that Surduc records the highest specific diversity, within this accumulation being present 77 aquatic and paludicolous macrophytes. In Pișchia, we identified 71 species, in Liebling 60, and only 36 in Sânanndrei. This floristic richness is related to the size of the accumulations, to the influence of the proximity and to man's influence upon them.

An overview of the aquatic and paludicolous flora in Banat shows that it has been subject to a large man's influence and to the influence of the proximity. Many of the aquatic and paludicolous species mentioned in the past, in the bibliography studied (Sorani, 1956, Grigore, 1971, Arvat, 1977), no longer exist. We envisage that this flora shall be invaded and even replaced gradually by ruderal and segetal species whose presence is already significant (see the flora analysis above). Among these we mention the following: *Ambrosia artemisiifolia* L., *Amaranthus retroflexus* L., *Stellaria media* (L.) Cyr., *Taraxacum officinale* Weber, *Vicia cracca* L., *Viola arvensis* Murr., *Xanthium italicum* Moretti, *Cardaria draba* Desv., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Convolvulus arvensis* L., *Consolida regalis* S.F. Gray, *Centaurea cyanus* L., *Cichorium inthybus* L., *Galium aparine* L., *Lactuca serriola*, Torn., *Sonchus arvensis* L., *Setaria viridis* (L.) P. Beauv., *Polygonum aviculare* L., *Daucus carota* L. etc.

Table 1 presents numerically and percentually the species from the proximities, for each accumulation. Also, there are indicated the accumulation surface, the total number of species, and the number of aquatic and paludicolous species. It can be noticed that they are invaded in a proportion of over 50% by the floras from the proximity.

Regarding the vegetation, we identified 29 vegetal associations, mainly mesohygrophilic, hygrophilic and hydrophilic, a few being mesophilic. The accumulation Liebling presents the highest coenotic diversity (19 associations), in the other accumulations the number of associations being lower (table 2).

Table 1. Distribution of species in the accumulations studied

Accumulation	Surface (ha)	Total number of species	No. of aquatic and paludicolous species	No. of species from the proximity	% species in the proximity
Surduc	364	153	77	75	49.01
Pișchia	200	170	71	99	58.23
Liebling	60	138	60	78	56.52
Sânandrei	50	112	36	76	67.85

Table 2. Distribution of the vegetal associations in the accumulations studied

No.	Name of the association	Surduc	Pișchia	Liebling	Sânandrei
1.	<i>Lemnetum minoris</i> (Oberd. 1957) Müller et Görs 1960	+	+	+	+
2.	<i>Lemno-Spirodeletum</i> W. Koch 1954	-	-	+	-
3.	<i>Ceratophylletum demersi</i> (Soó 1927) Hild 1956	+	-	+	-
4.	<i>Najadatum minoris</i> Ubrizsy 1948, 1961	+	-	-	-
5.	<i>Myriophyllo -Potametum</i> Soó 1934	-	+	+	+
6.	<i>Trapetum natantis</i> Müller et Görs 1960	-	+	+	-
7.	<i>Polygono - Potametum natantis</i> Soó 1964	-	-	+	+
8.	<i>Scirpo - Phragmitetum</i> W. Koch 1926	-	+	+	+
9.	<i>Typhaetum angustifoliae</i> Pignatti 1953	-	+	+	+
10.	<i>Typhaetum latifoliae</i> G. Lang 1973	+	-	+	+
11.	<i>Glycerietum maximae</i> Hueck 1931	-	+	+	+
12.	<i>Schoenoplectetum lacustris</i> Eggler 1933	-	+	+	-
13.	<i>Iretum pseudacori</i> Eggler 1933	-	+	+	-
14.	<i>Eleocharitetum palustris</i> Schennicov 1919	+	+	-	-
15.	<i>Leersietum oryzoides</i> Krause 1955 em. Pass. 1957	+	-	-	-
16.	<i>Phalaridetum arundinaceae</i> Libbert 1931	-	-	+	+
17.	<i>Caricetum ripariae</i> Knapp et Stoffer 1962	+	+	+	+
18.	<i>Eleocharidetum acicularis</i> W. Koch 1926 em. Oberd. 1957	+	-	-	-
19.	<i>Polygono hydropiperi - Bidentetum</i> Lohm. 1950	+	+	-	-
20.	<i>Echinochloo - Polygonetum lapathifolii</i> (Ujvárosi 1940) Soó et Csűrös (1944) 1947	+	+	-	-
21.	<i>Conietum maculati</i> I. Pop 1968	-	-	+	-
22.	<i>Sambucetum ebuli</i> (Kaiser 1926) Felföldy 1942	-	-	-	+
23.	<i>Salicetum albae</i> Issler 1924 s.l.	+	-	-	+
24.	<i>Rubo - Salicetum cinereae</i> Sonasak 1963	+	-	+	+
25.	<i>Agrostidetum stoloniferae</i> (Ujvárosi 1941) Burduja et al. 1956	-	-	+	-
26.	<i>Poëtum pratensis</i> Räv., Căzăc. et Turenschi 1956	-	-	+	-
27.	<i>Alopecuretum pratensis</i> Regel 1925	-	-	+	-
28.	<i>Festucetum pratensis</i> Soó 1938	-	+	-	-
29.	<i>Pruno spinosae - Crataegetum</i> Heuck 1931	-	-	-	+
Total of associations		12	13	19	13

Among the associations frequently encountered in the accumulations studied, we mention the following: *Lemnetum minoris* (Oberd. 1957) Müller et Görs 1960, *Caricetum ripariae* Knapp et Stoffer 1962, *Scirpo - Phragmitetum* W. Koch 1926, *Typhaetum angustifoliae* Pignatti 1953, *Typhaetum latifoliae* G. Lang 1973, *Glycerietum maximae* Hueck 1931. Others among which: *Spirodeletum polyrrhizae* W. Koch 1954, *Polygono-Potametum natantis* Soó 1964, *Trapetum natantis* Müller et Görs 1960, *Iretum pseudacori* Eggler 1933, were rarely encountered. In addition to the vegetation characteristic for these habitats, in the marginal, land area, we encountered alluvial weeds (*Polygono hydropiperi - Bidentetum* Lohm. 1950, *Echinochloo-Polygonetum lapathifolii* (Ujvárosi 1940) Soó et Csűrös (1944) 1947), meso-hygrophilic meadows (*Agrostidetum stoloniferae* (Ujvárosi 1941) Burduja et al. 1956, *Alopecuretum pratensis* Regel 1925, *Poetum pratensis* Räv., Căzăc. et Turenschi 1956, *Festucetum pratensis* Soó 1938), bushwood and shore forests (*Pruno spinosae-Crataegetum* Heuck 1931, *Salicetum albae* Issler 1924 s.l., *Conietum maculati* I. Pop 1968, *Sambucetum ebuli* Kaiser 1926) Felföldy 1942, *Rubi-Salicetum cinereae* Sonasak 1963). Just like in the case of the flora, the analysis of the vegetal associations floristic composition revealed that it is influenced by the proximity. Along with the characteristic species, edifying for the vegetal associations, we observed the significant presence of



several segetal and ruderal species modifying the structure of the phytocoenoses, and which may eliminate in time the paludicolous vegetation, constituting characteristic phytocoenoses. The study of the segetal and ruderal vegetation was not the object of our study.

### Conclusions

The observations on the flora allowed us to identify, in the four accumulation lakes studied, 285 species. Out of the 285 species identified, only 103 are aquatic and paludicolous species. From the comparative analysis of floras considering the distribution of bioforms, geo-elements and ecological indexes, we noticed that there is visible uniformity in the case of the four accumulations. As biological form, the hemicryptophytes (H) are obviously the best represented, followed by terophytes. Regarding the phytogeographical elements, the Eurasian species (Eua) are predominant. The analysis of the flora per ecological categories reveals that, in what humidity is concerned, most species are mesophytes, in what the temperature is concerned, definitely predominant are the mesothermals, and in that soil reaction is concerned, most species are amphitolerant (Euri-Ionic). Following the processing of the field data, we have identified, in the accumulation lakes studied, 29 vegetal associations. The associations are mainly mesohygrophilic, hygrophilic and hydrophilic, very few being mesophilic. The associations *Trapetum natantis* V. Kárpáti 1963, *Potametum natantis* Soó 1927, *Eleocharidetum acicularis* W. Koch 1926 emend. Oberd. 1957, *Najadetum minoris* Ubrizsy 1948, 1961, *Salicetum albae* Issler 1926 em. Soó 1957, are part of habitats with a high conservative value, whose diversity must be preserved. In the floristic composition of the paludicolous associations, we identified a considerable number of segetal and ruderal species, which can significantly alter their structure.

### References

- Arvat, N. (1977). Flora și vegetația dintre râurile Timiș, Pogoniș și Bârzava, Teză de doctorat, Iași
- Borza, A., Boșcaiu, N. (1965). Introducere în studiul covorului vegetal, Ed. Academiei R.P.R., București
- Ciocârlan, V. (2009). Flora ilustrată a României. Pteridophyta et Spermatophyta, Ed. Ceres, București
- Cristea, V., Gafta, D., Pedrotti, F. (2004). Fitosociologie, Ed. Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca
- Grigore, S. (1971). Flora și vegetația din interfluviul Timiș – Bega, Teză de doctorat, Institutul Agronomic „Ion Ionescu de la Brad”, Iași
- Griselini, F. (1984). Încercare de istorie politică și naturală a Banatului Timișoarei, Ed. Facla, Timișoara
- Sanda, V., Popescu, A., Doltu, M. I., Doniță, N. (1983). Caracterizarea ecologică și fitocenologică a speciilor spontane din flora României, Studii și comunicări 25, Științe naturale, Muzeul Brukenthal, Sibiu
- Soran, V. (1956). Câteva asociații de plante acvatice și palustre din Banat, Studii și cercetări de biologie, 1-4: 107-124, Ed. Academiei R.P.R., Cluj

### Acknowledgements

This work was published during the project “Postdoctoral school of agriculture and veterinary medicine”, posdru/89/1.5/S/62371, co-financed by the European Social Fund through the Sectorial Operational Programme for the Human Resources Development 2007-2013.

sa2012\_0116

# The evaluation of winter wheat genotypes adaptability to ecological agriculture system on the base of nitrogen utilization efficiency

Olivera NIKOLIĆ<sup>1</sup>, Tomislav ŽIVANOVIĆ<sup>2</sup>, Miodrag JELIĆ<sup>3</sup>, Marija KRALJEVIĆ – BALALIĆ<sup>4</sup>

<sup>1</sup>EDUCONS University, Faculty of Ecological Agriculture, Svilajnac 35210, Svetog Save 60, Serbia (e-mail: lolamisa@yahoo.com)

<sup>2</sup>Faculty of Agriculture Zemun, University in Belgrade, Nemanjina 6, 11080 Belgrade, Serbia

<sup>3</sup>Faculty of Agriculture University in Prishtina, Kopaonička bb, 38219 Lesak, Serbia

<sup>4</sup>Faculty of Agriculture, Novi Sad, Dositej Obradovic Square 8, 21 000 Novi Sad, Serbia

## Abstract

One way to maintain efficient production of wheat production and minimize environmental impact is to develop specific cropping strategies and select productive genotypes that can grow under low N conditions. The aim of this study was to evaluate nitrogen utilization efficiency in 30 wheat genotypes, based on following indicators: nitrogen harvest index (NHI), and physiological efficiency of N (PEN). The genotype KG 165/2 had the highest value of NHI and PEN, 79% and 43.40 $\text{g}_{\text{grain}}/\text{gN}$ , respectively. The mentioned genotypes could be important in terms of environmental – friendly farming system, both theoretically and practically.

Key words: ecological agriculture, efficiency, nitrogen utilization, wheat.

## Introduction

In terms of ecological agriculture and ecosystem protection, it should also be important to search for species or genotypes that are able to absorb and accumulate high amounts of nitrogen (N). Although it is well known that there is some genetic variability in maximum N uptake in wheat (Le Gouis et al., 2000), the physiological and genetic basis for such variability has never been thoroughly investigated. As described in the review articles of Lemaire et al. (2004) and Hirel and Lemaire (2005), it is possible to develop a framework for analyzing the genotypic variability of crop N uptake capacity across a wide range of genotypes, thus allowing the selection of those having the greatest capacity to accumulate an excess of N.

It is therefore of major importance to identify the critical steps controlling plant N use efficiency (NUE). Moll et al. (1982) defined NUE as being the yield of grain per unit of available N in the soil (including the residual N present in the soil and the fertilizer). This NUE can be divided into two processes: uptake efficiency (NupE; the ability of the plant to remove N from the soil) and the utilization efficiency (NutE; the ability to use N to produce grain yield). This challenge is particularly relevant to cereals for which large amounts of N fertilizers are required to attain maximum yield and for which NUE is estimated to be far less than 50% (Zhu, 2000). In addition to the improvement of N fertilization, soil management, and irrigation practices (Alva et al., 2005), there is still a significant margin to improve NUE in cereals by selecting new hybrids or cultivars from the available ancient and modern germplasm collections in both developed and developing countries. There are several indicators of nitrogen utilization efficiency like nitrogen harvest index and physiological efficiency of nitrogen. Many researchers pointed out their correlation with wheat grain yield, emphasizing their importance in selecting genotypes for commercial production as well as for wheat breeding programs (Van Ginkel et al., 2001; Pathak et al., 2008)..

The aim of this study was to evaluate wheat genotypes on the base of values of some indicators of nitrogen utilization efficiency.

## **Material and method**

The experiment included 30 Serbian wheat cultivars and experimental lines, created in Small Grains Research Center, Kragujevac (Morava, Lepenica, Studenica, Takovcanka, Toplica, Srbijanka, KG 100, Lazarica, Bujna, Matica, Vizija, KG – 200/31, KG – 253/4 – 1, KG – 115/4, KG – 165/2, KG – 56/1, KG – 100/97, Perla, KG - 224/98 and KG – 10) and Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad (Pobeda, Rana 5, Evropa 90, Renesansa, Tiha, Mina, Prima, Kremna, Rusija, Pesma). The experiment was conducted during three years at Small Grains Research Center in Kragujevac and was set up as a randomized complete block design with five replications. The sowing was done manually, by "genotype – row" way. The sowing rate was 200 grains per row. The row length was 1,5m and the distance between rows 0,20m. NPK fertilizer (8:24:16) was used for basic fertilization (300kg ha<sup>-1</sup>) and KAN in tillering stage (7,5 – 8 g per row i.e. 250 – 260 kg ha<sup>-1</sup>).

Plant samples of each genotype were taken at maturity (five plants per replication). The samples were air-dried and the grain yield (GY, g m<sup>-2</sup>) and total above-ground biomass at maturity (BY, g m<sup>-2</sup>) were measured. All dry vegetative samples and grain were first ground and then plant N concentration was determined by the standard macro-Kjeldahl procedure. Nitrogen content (in grain and total above-ground biomass) was calculated by multiplying the N concentration by dry weight (gN m<sup>-2</sup>). Moreover, the following parameters, related to dry matter and N accumulation and translocation within the wheat plant, were calculated according to Arduini et al. (2006), as follows:

1. Nitrogen harvest index (NHI, %) = (N<sub>grain</sub>/N content of aboveground parts at maturity (N<sub>total</sub>)) x 100.
2. Physiological efficiency of N (PEN, g<sub>grain</sub>/gN) = GY/N<sub>total</sub>.

The data collected were statistically analyzed through method of two-factorial analysis of variance. Least significant differences (LSD) were computed for comparing genotype means.

## **Results and discussion**

Analysis of variance (ANOVA) revealed highly significant ( $P < 0.01$ ) differences among genotypes and years as well as highly significant year x genotype interaction for both NHI and PEN (Table 1).

Three-year average of all investigated genotypes was 75% and 39.88g<sub>grain</sub>/gN for NHI and PEN, respectively (Table 1). Genotype means for NHI varied from 67% (KG 10) to 79% (KG 165/2) and for PEN they ranged from 35.81g<sub>grain</sub>/gN (Pesma) to 43.40g<sub>grain</sub>/gN (KG 165/2).

The N harvest index, defined as N in grain to total N uptake, is an important consideration in cereals. NHI reflects the grain protein content and thus the grain nutritional quality (Hirel et al., 2007). It can be recommended as a selection criterion for nitrogen use efficiency improvement, while improving NUE is one of possibilities for developing new high-yielding quality wheat cultivars (Gorjanovic et al., 2011).

The fact that increasing doses of nitrogen did not lead to increased NHI is very important in terms of ecological agriculture, saving nitrogen fertilizer and minimizing their possible harmful effect on environment. Moreover, the majority of genotypes had the highest value on the control and low N variants (Le Gouis et al., 2000; Chen et al., 2011).

Nitrogen harvest index for wheat usually ranges from 0.70 to 0.80 (Brancourt-Hummel et al., 2003). More than half of studied genotypes had NHI over 75%, which is desirable from a wheat breeding point of view.

The physiological efficiency of nitrogen is described as one of four agronomic indices commonly used to describe NUE (Mosier et al., 2004).

Data based on a large number of studies (Cassman et al., 2002; Dobermann and Cassman, 2004; Havlin, 2004) suggested that grain N concentration (%), together with mobilization efficiency are the major factors governing PEN. Tripathi et al., (2004) and Alom et al., (2005) reported that the highest NUE was found at zero and low N treatment in conventional planting system compared to higher N levels applied, which is usually the case with NHI. In our study, the same genotype (KG 165/2) had the highest values of these two indicators.

Table 1. The three-year average of NHI and PEN in investigated genotypes

Genotype	NHI (%)			PEN (g <sub>grain</sub> /gN)		
Morava	74			37.29		
Lepenica	75			39.34		
Studenica	76			41.61		
Takovčanka	72			41.64		
Toplica	75			41.67		
Srbijanka	71			40.58		
KG – 100	72			38.61		
Lazarica	73			43.30		
Bujna	77			42.92		
Matica	77			39.38		
Vizija	72			38.09		
Pobeda	78			41.98		
Rana 5	76			41.79		
Evropa 90	77			36.63		
Renesansa	77			39.74		
Tiha	74			37.94		
Mina	71			39.81		
Prima	77			41.52		
Kremna	75			38.58		
Rusija	74			40.27		
Pesma	76			35.81		
KG 200/31	74			37.71		
KG 253/4-1	76			38.50		
KG 115/4	77			40.66		
KG 165/2	79			43.40		
KG 56/1	77			41.08		
KG 100/97	76			38.11		
Perla	76			41.33		
KG 224/98	74			37.18		
KG 10	67			39.77		
$\bar{X}$	75			39.88		
ANOVA	A**	B**	A x B**	A**	B**	A x B**
LSD <sub>0.05</sub>	0.75	2.36	4.09	0.46	1.47	2.54
LSD <sub>0.01</sub>	0.98	3.11	5.38	0.61	1.93	3.35

\*P < 0.05, \*\*P < 0.01, A- year, B- genotype, A x B- interaction year x genotype; NHI: nitrogen harvest index, PEN: physiological efficiency of nitrogen

Higher grain protein yields can be achieved by two major ways: firstly, by increasing the NHI, which is already high, above 80% or, secondly, by enhancing the amount of N in the plant by breeding for a higher N uptake (Noulas, 2002). Sufficient amounts of N in wheat plants that can be achieved by its more efficient absorption and utilization, lead to overcoming negative correlation between grain yield and quality. The results of Nikolic (2009) pointed out existing of such correlation and possibilities of its overcoming in favorable weather conditions, which contribute to better N status of wheat plants.

### Conclusion

Investigated material showed satisfactory NUE, according to values of NHI and PEN.

The best translocation efficiency of nitrogen (NHI) had genotype KG 165/2, followed by Pobeda, Evropa 90, Renesansa, Bujna and Matica. The highest value of PEN had genotype KG 165/2, too. Cv. Lazarica had almost the same value of this indicator, followed by Bujna, Pobeda, Rana 5 and Toplica.

The above mentioned genotypes could be important source of variability for selecting and breeding of wheat and creating genotypes, adapted to requirements of ecological agriculture. The further investigations of mentioned genotypes, as well as indicators of NUE are necessary, in the aim of obtaining more information about possibilities of its including as selecting criterions.

## References

- Alam, M. Z., Haider, S.A., Paul, N.K. (2004). Study of diversity estimates of yield and yield related characters in response to nitrogen fertilizer of barley genotypes (*Hordeum vulgare* L.). Bangladesh J. Genet. Biotechnol. 5 (1&2): 19-21.
- Arduini, I., Masoni, A., Ercoli, L., Mariotti, M. (2006). Grain yield, and dry matter and nitrogen accumulation and remobilization in durum wheat as affected by variety and seeding rate. Eur. J. Agron. 25: 309-318.
- Brancourt-Humel, M., Doussinault, G., Lecomte, C., Berard, P., Le Buance, B., Trottet, M. (2003). Genetic improvement of agronomic traits of winter wheat cultivars released in France from 1946-1992. Crop Sci., 43: 37-45
- Cassman, K. G., Dobermann, A., Walters, D. (2002). Agroecosystems, nitrogen – use efficiency, and nitrogen management. Ambio 31, 132–140.
- Chen, C., Han, G., He, H., Westcott, M. (2011). Yield, protein, and remobilization of water soluble carbohydrate and nitrogen of three spring wheat cultivars as influenced by nitrogen input. Agron. J., 103:786-795.
- Dobermann, A., Cassman, K. G. (2004). Environmental dimensions of fertilizer nitrogen: What can be done to increase nitrogen use efficiency and ensure global food security? In “Agriculture and the Nitrogen Cycle: Assessing the Impacts of Fertilizer Use on Food Production and the Environment” (A. R. Mosier, J. K. Syers, and J. R. Freney, Eds.), pp. 261–278. SCOPE 65, Paris, France
- Gorjanović B., Brdar-Jokanović, M., Kraljević-Balalić, M. (2011). Phenotypic variability of bread wheat genotypes for nitrogen harvest index- Genetika, 43(2): 419 -426.
- Havlin, J. L. (2004). Impact of management systems on fertilizer nitrogen use efficiency. In “Agriculture and the Nitrogen Cycle: Assessing the Impacts of Fertilizer Use on Food Production and the Environment” (A. R. Mosier, J. K. Syers, and J. R. Freney, Eds.): 167–178. SCOPE 65, Paris, France.
- Hirel, B., Lemaire, G. (2005). From agronomy and ecophysiology to molecular genetics for improving nitrogen use efficiency in crops. Journal of Crop Improvement 15, 369–420.
- Lemaire, G., Recous, S., Mary, B. (2004). Managing residues and nitrogen in intensive cropping systems. New understanding for efficiency recovery crops. Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Crop Science Congress, Brisbane, Australia.
- Le Gouis, J., Beghin, D., Heumez, E., Pluchard, P. (2000). Genetic differences for nitrogen uptake and nitrogen utilization efficiencies in winter wheat. Eur. J. Agron., 12: 163-173.
- Moll, R.H., Camprath, E.J., Jackson, W.A. (1982). Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. Agronomy J., 74: 562 – 564.
- Mosier, A.R., Syers, J.K., Freney, J.R. (2004). Agriculture and the Nitrogen Cycle. Assessing the Impacts of Fertilizer Use on Food Production and the Environment. Scope-65. Island Press, London.
- Nikolic, O. (2009). Genetic divergence of wheat genotypes for parameters of plant nitrogen nutrition efficiency. Doctoral thesis. Faculty of Agriculture, Belgrade – Zemun. 1 – 112.
- Noulas, C. (2002). Parameters of nitrogen use efficiency of Swiss spring wheat genotypes (*Triticum aestivum* L.). Dissertation. Swiss Federal Institute of Technology Zurich. 1 – 147.
- Pathak, R.R., Ahmad, A., Lochab, S., Raghuram, N. (2008). Molecular physiology of plant nitrogen use efficiency and biotechnological options for its enhancement. Current Science 94 (11): 1394-1403.
- Tripathi, S. C., Sayre, K.D., Kaul, J.N. (2004). Genotypic effects on yield, N uptake, NUE and NHI of spring wheat. In: Handbook and Abstract, 4th International Crop Science Congress Brisbane, Australia. p. 182.
- Van Ginkel, M., Ortiz-Monasterio R., Trethowan R., Fernandez, E. (2001). Methodology for selecting segregating populations for improved N use efficiency in bread wheat. Wheat in a global environment. Kluwer Academic Publishers, Netherland, 611-620.
- Zhu, Z. (2000). Loss of fertilizer N from the plant–soil system and the strategies and techniques for its reduction in China. Soil Environmental Science 9, 1–6.

sa2012\_0117

# Utjecaj bakterizacije sjemena i kultivara na kemijski sastav lucerne (*Medicago sativa* L.)

Vesna OREHOVAČKI<sup>1</sup>, Marcela ANDREATA KOREN<sup>2</sup>, Sanja SIKORA<sup>3</sup>,  
Ivka KVATERNJAK<sup>2</sup>, Nataša PINTIĆ PUKEC<sup>1</sup>, Mihaela BLAŽINKOV<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Hrvatska poljoprivredna agencija, Križevačka Poljana 185, 48 260 Križevci, Hrvatska  
(e-mail: vorehovacki@hpa.hr),

<sup>2</sup>Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, M.Demerca 1, 48 260 Križevci, Hrvatska

<sup>3</sup>Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska

## Sažetak

Cilj istraživanja bio je utvrditi utjecaj bakterizacije pet sojeva *S. meliloti* (četiri autohtona i jedan referentni) na kemijski sastav dva kultivara lucerne (OS66 i Daisy). Istraživanje je provedeno 2010. godine u Križevcima na pet otkosa. Parametri kvalitete utvrđeni su na analizatoru NIRS Perten, DA 7200 u suhim uzorcima bez pripreme. Najveći udio bjelančevina i vlakana, a najmanji masti i pepela u lucerni ostvaren je bakterizacijom sojem 2011 u odnosu na ostale sojeve i kontrolu. Kultivar Daisy imao je veći udio bjelančevina, pepela i masti, a manji sirovih vlakana. Interakcija Daisy x 2011 imala je u većini otkosa najveći udio bjelančevina, srednji vlakana, te manji masti i pepela.

Ključne riječi: lucerna, kultivar, bakterizacija, *Sinorhizobium meliloti*

## The effect of seed inoculation and cultivar on chemical properties of alfalfa (*Medicago sativa* L.)

### Abstract

The objective was to determine the effect of inoculation with five strains of *S. meliloti* (four indigenous strains and one the reference strain) on chemical properties of the two alfalfa cultivars (OS66 and Daisy). The research was carried out during 2010 in Križevci on five cuts. Quality parameters of alfalfa were determined on the analyzer NIRS Perten, DA 7200 in dry samples without preparation. The highest share of protein and fibre, but lower share of fat and ash in alfalfa has been inoculation with strain 2011 compared with other strains and zero inoculation. Daisy cultivar recorded higher protein, ash and fat content, but lower share of fibre. Interaction of strain 2011 x Daisy cultivar gave the best results in most cuts the highest share of protein, mean share of fibre, lower share of fat and ash.

Key words: alfalfa, cultivar, inoculation, *Sinorhizobium meliloti*

### Uvod

Poznato je da u atmosferi postoji velika količina dušika koja se može iskoristiti biološkom fiksacijom mikroorganizama koji vežu elementarni dušik iz zraka i pretvaraju ga u oblike pristupačne biljkama. Lucerna, kao leguminozna kultura, također uspostavlja simbiozni odnos sa kvržičnim bakterijama iz roda *Sinorhizobium* sa vrstama *S. meliloti* i *S. medicae*, dajući bakterijama asimilate, a za uzvrat bakterije opskrbljuju lucernu dušikom kojeg fiksiraju iz zraka. Ovaj prirodan proces nastoji se što više intenzivirati bakterizacijom sjemena leguminoza kvalitetnim sojevima njihovih mikrosimbionata (Sikora, 1996). Problem

## The effect of seed inoculation and cultivar on chemical properties of alfalfa (*Medicago sativa* L.)

je što postoji velika raznolikost u pogledu simbiozne učinkovitosti sojeva, a tako i utjecaja na prinos i kvalitetu leguminoze. Cilj rada bio je utvrditi utjecaj bakterizacije sjemena i kultivara različitim sojevima *S. meliloti* na kemijski sastav dva kultivara lucerne. Zbog poticanja postupka bakterizacije lucerne, koja u Hrvatskoj nema širu primjenu, utvrđivanjem kvalitete lucerne dobili bi se podaci o učinkovitosti simbioznih zajednica soj rizobija - kultivar lucerne u našim agroekološkim uvjetima s ciljem dobivanja kvalitetnije krme, uz minimalne negativne ekološke učinke i smanjene troškove proizvodnje.

### Materijal i metode

Istraživanje utjecaja bakterizacije sjemena i kultivara lucerne provedeno je na površinama Visokog gospodarskog učilišta u Križevcima. Na pseudogleju obronačnom, eutričnom, uz primjenu reducirane obrade bez organske i mineralne gnojidbe uzgajana je pšenica (*Triticum aestivum* L.). Nakon žetve predkulture obavljena je osnovna obrada, predstjetvena priprema tla sjetvospremačem i sjetva. Gnojidba je izvršena s 400 kg/ha NPK 7:20:30. Postavljen je dvofaktorijelan pokus s dvanaest kombinacija po metodi slučajnog bloknoeg rasporeda u četiri ponavljanja. Veličina osnovne parcelice iznosila je 12,5 m<sup>2</sup> (2,5 x 5 m). Faktori pokusa bili su: kultivar lucerne s dvije stepenice (OS 66 i Daisy) i bakterizacija sa šest stepenica (kontrola i pet sojeva *S. meliloti*: referentni soj 2011 i četiri autohtona soja izoliranih s područja Istarske i Koprivničko križevačke županije).

Tlo je slabo humuzno (1,65 %), dobro opskrbljeno dušikom (0,11 %), a bogato do vrlo bogato pristupačnim fosforom i kalijem (23,74 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 38,57 mg K<sub>2</sub>O /100 g tla), reakcija tla u 1M KCl iznosi 4,81.

Prema Langovom kišnom faktoru 2010. bila je godina s perhumidnom klimom, a prema količini oborina ekstremno kišna s dva izražena maksimuma, u lipnju i u rujnu. Temperature su bile na razini višegodišnjeg prosjeka.

U istraživanju 2010. godini bilo je pet otkosa: 14. svibnja, 25. lipnja, 22. srpnja, 26. kolovoza i 29. rujna. Pri svakom otkosu uzimani su uzorci svježe mase lucerne. Uzorci su sušeni na 60°C do konstantne mase. U suhim uzorcima određen je udio sirovih bjelančevina masti, pepela i vlakna na analizatoru NIRS Perten, DA 7200. Dobiveni rezultati obrađeni su statističkim programom SAS (SAS Institut, 1997).

### Rezultati i rasprava

Rezultati sirovih bjelančevina ovisno o kultivaru i soju prikazani su u tablici 1. Udio sirovih masti nalazi se u tablici 2, dok udio pepela i vlakna prikazuju tablice 3 i 4.

Tablica 1. Udio sirovih bjelančevina (%) u suhoj tvari nadzemnog dijela lucerne, ovisno o kultivaru i soju *S. meliloti*/Križevci, 2010

Sojevi	1.otkos			2.otkos			3. otkos			4. otkos			5.otkos		
	kultivari		prosjek sojevi	kultivari		prosjek sojevi	kultivari		prosjek sojevi	kultivari		prosjek sojevi	kultivari		prosjek sojevi
	OS 66	Daisy		OS 66	Daisy		OS 66	Daisy		OS 66	Daisy		OS 66	Daisy	
Kontrola	15,63	15,92	15,77 <sup>b</sup>	15,73	18,08	16,91	22,73	21,50	22,12	26,41	24,70	25,55 <sup>a</sup>	28,44	31,36	29,90 <sup>b</sup>
2011	22,83	22,16	22,50 <sup>a</sup>	17,49	18,71	18,10	21,01	22,71	21,86	24,01	26,74	25,37 <sup>a</sup>	31,14	37,56	34,35 <sup>a</sup>
144	15,61	15,95	15,78 <sup>b</sup>	17,59	18,29	17,94	20,99	22,71	21,85	23,58	26,32	24,95 <sup>a</sup>	30,02	30,80	30,41 <sup>b</sup>
69	15,69	16,48	16,08 <sup>b</sup>	17,30	16,78	17,04	21,50	22,70	22,10	25,73	24,34	25,03 <sup>a</sup>	30,34	31,90	31,12 <sup>b</sup>
93	16,41	17,32	16,87 <sup>b</sup>	17,44	16,59	17,02	20,89	22,70	21,80	21,42	22,08	21,75 <sup>b</sup>	27,72	30,25	28,98 <sup>b</sup>
23	18,21	16,12	17,16 <sup>b</sup>	18,12	16,80	17,46	21,41	22,05	21,73	23,66	24,51	24,08 <sup>ab</sup>	31,26	29,54	30,40 <sup>b</sup>
$\bar{x}$	17,40	17,32		17,28	17,54	ns	21,42	22,39 <sup>**</sup>	ns	24,13	24,78		29,82	31,90 <sup>**</sup>	
	LSD5%soj		1,747	LSD5%soj			LSD5%soj			LSD5%soj		2,71	LSD5%soj		2,641
	LSD5%soj x kultivar		2,47	LSD5%soj x kultivar		1,93	LSD5%soj x kultivar		1,287	LSD5%soj x kultivar		3,832	LSD5%soj x kultivar		3,735

\*P<0,05,\*\*P<0,01

Prema udjelu bjelančevina kultivari su se razlikovali u dva otkosa, u oba je veći udio bjelančevina zabilježen kod kultivara Daisy (P<0,01). Općenito gledano, bakterizacija je povećala udio bjelančevina u odnosu na

kontrolu, ali samo u dva otkosa tretirana sojem 2011 ( $P < 0,05$ ). Interakcija kultivara Daisy i referentnog soja 2011 najčešće se isticala po najvećem udjelu bjelančevina u suhoj tvari nadzemnog dijela lucerne.

Najmanji udio sirovih bjelančevina u drugom otkosu i najveći u petom zasigurno su rezultat, a kako navode drugi autori, kasnijeg i ranijeg roka košnje. Primjerice, Marten i sur. (1988) ističu da povećavanjem zrelosti lucerne udio sirovih bjelančevina pada od 25% na manje od 20%. Prosječni udio bjelančevina za kultivare je u skladu s rezultatima drugih autora koji su potvrdili varijabilnost u udjelu sirovih bjelančevina među kultivarima (Katić i sur., 2001; Stevović i sur., 2004; Šantruček i sur., 1988).

Tablica 2. Udio sirovih vlakana (%) u suhoj tvari nadzemnog dijela lucerne, ovisno o ovisno o kultivaru i soju *S. meliloti* Križevci, 2010.

Sojevi	1.otkos			2.otkos			3. otkos			4. otkos			5.otkos		
	kultivari		prosjeck sojevi	kultivari		prosjeck sojevi	kultivari		prosjeck sojevi	kultivari		prosjeck sojevi	kultivari		prosjeck sojevi
	OS 66	Daisy		OS 66	Daisy		OS 66	Daisy		OS 66	Daisy		OS 66	Daisy	
Kontrola	28,13	30,41	29,27 <sup>bc</sup>	30,53	29,18	29,85 <sup>ab</sup>	40,24	40,46	40,35 <sup>b</sup>	31,26	32,00	31,63 <sup>b</sup>	24,01	20,56	22,28
2011	31,93	32,68	32,30 <sup>a</sup>	31,99	31,57	31,78 <sup>a</sup>	45,16	41,04	43,10 <sup>a</sup>	36,71	34,03	35,37 <sup>ab</sup>	23,80	19,60	21,70
144	31,87	28,57	30,22 <sup>abc</sup>	29,85	27,92	28,89 <sup>b</sup>	42,49	39,81	41,15 <sup>b</sup>	35,21	29,61	32,41 <sup>b</sup>	19,91	19,09	19,50
69	32,13	30,33	31,23 <sup>ab</sup>	31,49	31,64	31,56 <sup>a</sup>	41,31	40,54	40,93 <sup>b</sup>	32,82	34,84	33,83 <sup>b</sup>	21,28	20,51	20,89
93	29,06	28,24	28,65 <sup>c</sup>	29,15	29,58	29,36 <sup>ab</sup>	41,56	40,42	40,99 <sup>b</sup>	36,92	39,59	38,26 <sup>a</sup>	22,79	21,18	21,98
23	31,05	27,29	29,17 <sup>bc</sup>	31,30	30,07	30,68 <sup>ab</sup>	41,37	39,75	40,56 <sup>b</sup>	36,67	32,66	34,67 <sup>ab</sup>	19,50	20,40	19,95
$\bar{x}$	30,69	29,59		30,72	29,99		42,02 <sup>**</sup>	40,34		34,93	33,79		21,88 <sup>*</sup>	20,22	ns
	LSD5%soj		2,571	LSD5%soj		2,47	LSD5%soj		1,488	LSD5%soj		3,961	LSD5%soj		2,63
	LSD5% soj x kultivar		3,636	LSD5% soj x kultivar		3,495	LSD5% soj x kultivar		2,104	LSD5% soj x kultivar		5,602	LSD5% soj x kultivar		4,077

\* $P < 0,05$ , \*\* $P < 0,01$

Raspon vrijednosti sirovih vlakana zabilježenih u istraživanju je unutar raspona zabilježenog kod drugih istraživača (Katić i sur., 2001; Beković i Stevović, 2004; Stevović i sur., 2004).

Najniži udio vlakana zabilježen je u petom otkosu kada je lucerna pokošena u najmlađem stadiju razvoja, što je u skladu s navodima Keftassa i Tuvešson (1993). Kod kultivara OS 66 utvrđen je veći udio sirovih vlakana. Značajna razlika među istraživanim kultivarima iskazala se u 3. ( $P < 0,01$ ) i 5. ( $P < 0,05$ ) otkosu. Otkosi su se značajno razlikovali prema udjelu vlakana među sojevima ( $P < 0,05$ ). Varijabilnost u količini sirovih vlakana i značajna razlika među pojedinim kombinacijama javila se u svih pet otkosa ( $P < 0,05$ ). Najveći udio uglavnom su imale kombinacije sa referentnim sojem 2011 i to uvijek nešto veći udio u kombinaciji s kultivarom OS 66 (osim u prvom otkosu).

Tablica 3. Udio sirovih masti (%) u suhoj tvari nadzemnog dijela lucerne, ovisno o kultivaru i soju *S. meliloti* Križevci, 2010.

Sojevi	1.otkos			2.otkos			3. otkos			4. otkos			5.otkos		
	kultivari		prosjeck sojevi	kultivari		prosjeck sojevi	kultivari		prosjeck sojevi	kultivari		prosjeck sojevi	kultivari		prosjeck sojevi
	OS 66	Daisy		OS 66	Daisy		OS 66	Daisy		OS 66	Daisy		OS 66	Daisy	
Kontrola	2,01	2,00	2,00	0,61	0,51	0,56	1,30	1,34	1,32 <sup>a</sup>	0,89	0,87	0,88	0,96	0,95	0,95 <sup>ab</sup>
2011	2,08	1,89	1,98	0,48	0,52	0,50	1,11	1,27	1,19 <sup>b</sup>	0,73	0,88	0,80	0,91	0,89	0,90 <sup>b</sup>
144	1,86	1,96	1,91	0,57	0,65	0,61	1,25	1,34	1,29 <sup>a</sup>	0,80	0,91	0,85	1,03	1,00	1,01 <sup>a</sup>
69	1,90	1,99	1,95	0,50	0,55	0,53	1,30	1,30	1,30 <sup>a</sup>	0,88	0,72	0,80	1,02	1,04	1,03 <sup>a</sup>
93	1,90	1,90	1,90	0,54	0,72	0,63	1,34	1,30	1,32 <sup>a</sup>	0,78	0,88	0,83	0,98	0,95	0,96 <sup>ab</sup>
23	1,97	2,02	2,00	0,59	0,64	0,62	1,25	1,29	1,27 <sup>a</sup>	0,83	0,95	0,89	1,05	1,00	1,03 <sup>a</sup>
$\bar{x}$	1,95	1,96	ns	0,55	0,60	ns	1,26	1,31 <sup>*</sup>		0,82	0,87		0,99	0,97	
	LSD5%soj			LSD5%soj			LSD5%soj		0,064	LSD5%soj			LSD5%soj		0,0965
	LSD5% soj x kultivar		0,1983	LSD5% soj x kultivar		0,1876	LSD5% soj x kultivar		0,091	LSD5% soj x kultivar		0,164	LSD5% soj x kultivar		0,1365

\* $P < 0,05$ , \*\* $P < 0,01$



## The effect of seed inoculation and cultivar on chemical properties of alfalfa (*Medicago sativa* L.)

Udjeli masti zabilježeni u istraživanju su znatno niži od onih koje su dobili Beković i Stevović (2004), Leto i sur. (2006). Kultivari se nisu razlikovali prema udjelu masti, osim u 3. otkosu gdje je veći udio utvrđen kod kultivara Daisy ( $P < 0,05$ ). Među sojevima se samo ističe soj 2011 koji je u 3. i 5. otkosu imao niže udjele masti ( $P < 0,05$ ). Nije uočena velika varijabilnost u količini sirovih masti unutar pojedinog otkosa. U većini otkosa kombinacije soja 2011 s oba kultivara imale su nešto niže vrijednosti sirovih masti.

Tablica 4. Udio sirovog pepela (%) u suhoj tvari lucerne, ovisno o kultivaru i soju. Križevci, 2010.

Sojevi	1.otkos			2.otkos			3. otkos			4. otkos			5.otkos		
	kultivari		prosjeak sojevi	kultivari		prosjeak sojevi	kultivari		prosjeak sojevi	kultivari		prosjeak sojevi	kultivari		prosjeak sojevi
	OS 66	Daisy		OS 66	Daisy		OS 66	Daisy		OS 66	Daisy		OS 66	Daisy	
Kontrola	10,32	11,03	10,68b	10,66	11,26	10,96ab	8,67	8,98	8,82a	10,02	9,83	9,93ab	13,05	15,54	14,30
2011	14,39	13,27	13,83a	9,92	10,13	10,02c	7,07	8,34	7,70c	8,98	8,99	8,98b	13,21	16,60	14,91
144	9,69	11,56	10,62b	10,95	11,18	11,07ab	8,50	8,51	8,51ab	9,72	10,78	10,25a	13,90	15,65	14,77
69	10,41	11,08	10,75b	10,30	10,25	10,27bc	8,38	8,03	8,21bc	9,98	9,30	9,64ab	14,04	15,89	14,96
93	11,31	11,68	11,49b	11,4	11,10	11,25a	8,82	8,61	8,71ab	8,96	8,96	8,96b	14,59	15,87	15,23
23	11,98	11,22	11,60b	9,88	10,65	10,26bc	8,25	8,56	8,40ab	8,90	10,02	9,46ab	15,40	14,96	15,18
$\bar{x}$	11,347	11,640		10,52	10,76		8,28	8,505		9,424	9,646		14,03	15,75*	ns
	LSD5%soj		1,627	LSD5%soj		0,87	LSD5%soj		0,594	LSD5%soj		1,261	LSD5%soj		
	LSD5% soj x kultivar		2,301	LSD5% soj x kultivar		1,235	LSD5% soj x kultivar		0,840	LSD5% soj x kultivar		1,784	LSD5% soj x kultivar		

\* $P < 0,05$ , \*\* $P < 0,01$

Kultivari su se međusobno razlikovali po udjelu pepela samo u 5. otkosu gdje je niži % zabilježen kod kultivara OS 66 ( $P < 0,05$ ). Utvrđena je značajna razlika u prosjecima sojeva ( $P < 0,05$ ), osim u 5. otkosu, ali tako da najčešće isticani soj 2011 u 1. otkosu ima značajno najveći % pepela dok u ostalim otkosima najniži ili je među najnižima.

Ni u jednom otkosu nije zabilježena razlika u udjelu pepela u kombinaciji jednog od kultivara s istim sojem.

Raspon vrijednosti za udio pepela podudara se sa rezultatima Bekovića i Stevovića (2004), a veće vrijednosti dobili su Katić i sur. (2001) te Stevović i sur. (2004).

### Zaključci

Iz provedenih istraživanja utjecaja bakterizacije sjemena i kultivara na kemijski sastav lucerne može se zaključiti;

- Ustanovljena je razlika u učinkovitosti sojeva *S. meliloti* i opravdanost bakterizacije na istraživane parametre kvalitete lucerne. Bakterizacijom najučinkovitijim sojem S2011 postignuta je najveća kvaliteta suhe tvari nadzemnog dijela lucerne, prvenstveno u udjelu bjelančevina.
- Kultivar Daisy imao je veći udio bjelančevina, pepela i masti, a kultivar OS 66 sirovih vlakana. Najveći udio bjelančevina, sirovih vlakana, a manji sirove masti i pepela utvrđen je bakterizacijom lucerne referentnim sojem 2011. Najmanji udio sirovih vlakana zabilježen je na kontrolnim na parcelama.
- Interakcijom soj 2011 x kultivar Daisy dobiven je najveći udio bjelančevina, srednji sirovih vlakana, najmanji sirove masti i pepela.

### Literatura

- Beković, D., Stevović, V. (2004): Production potential and quality of lucerne feed, Acta Agriculturae Serbica, Vol. 9, 17 77-83.
- Katić, S., Mihajlović, V., Pataki, I., Karagić, Đ., Vasiljević, S. (2001): Produktivnost i hemijski sastav suve materije sorti lucerke. Journal of Scientific Agricultural Research / Arhiv za poljoprivredne nauke, 62, 220, 83-90.
- Keftassa, D., Tuvesson, M. (1993): The nutritive value of lucerne (*Medicago sativa* L.) in different development stages. Swedish Journal of Agricultural Research 23, 153-159.

- Leto, J., Knežević, M., Bošnjak, K., Vranić M., Perčulija, G., Matić, I., Kutnjak, H., Miljanić, Ž. (2009): Produktivnost, kemijski sastav i održivost lucerne na umjereno kiselom planinskom tlu, *Mljekarstvo* 56, 269-283
- Marten, G. C., Buxton, D. R., Barnes, R. F. (1988): In: Hanson, A.A., Barnes, D.K., Hill, R.R.Jr. (ed.) *Alfalfa and Alfalfa Improvement. Agronomy Monograph No. 29, ASA/CSSA/SSSA, Madison, Wisconsin*, 463-491.
- SAS Institute (1997): SAS/STAT software. Changes and enhancements through release 6.12. SAS Inst., Cary, NC.
- Sikora S. (1996): Simbiozna učinkovitost prirodne populacije *Bradyrhizobium japonicum* izolirane iz nekih tala zapadne Slavonije, *Disertacija*, Zagreb.
- Stevović, V., Đukić, D., Đurović, D., Đalović, I. (2004): Uticaj kalcifikacije na prinos i kvalitet krme lucerke i crvene deteline. *Acta agriculturae Serbica*, vol. 9, spec. br., 295-301
- Šantruček, J., Svobodova, M., Kasal, M. (1988) Vliv stupnovaného draselneho hnojení na vynos píce a obsah nekterých prvku ve vojtešce. *Agrochemie*, 28, (8), 48-51

sa2012\_0118

# Rasprostranjenost alohtone invazivne vrste ambrozije (*Ambrosia artemisiifolia* L.) u Baranji

Sanda RAŠIĆ, Edita ŠTEFANIĆ, Silvia BAGO

Sveučilište J.J.Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet, Trg Svetog Trojstva 3, 31000 Osijek, Hrvatska  
(e-mail: sasic@pfos.hr)

## Sažetak

*Ambrosia artemisiifolia* L. je alohtona invazivna biljna vrsta koja se zadnjih godina na našem području sve više širi. S vrlo visokom pokrovnošću prisutna je u okopavinama, posebice u suncokretu, te na strništima nakon žetve žitarica gdje je i najobilnija banka sjemenja u tlu. Ambrozija je također i javno-zdravstveni problem. Polinacija ambrozije je vrlo duga, a na nju utječe srednja dnevna i maksimalna temperatura zraka. Nasuprot tome, visoka vlaga zraka smanjuje koncentraciju alergogene peludi ambrozije u zraku.

Ključne riječi: ambrozija, Baranja, rasprostranjenost, banka sjemenja, polinacija

## Spread of invazive alien species ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) in Baranja

### Abstract

*Ambrosia artemisiifolia* L. is invasive plant species that in recent years in our field is increasingly expanding. With the very high number ragweed is present in row crops, especially sunflowers, and wheat stubble after harvest, where it is most abundant in the soil seed bank. Ragweed is also a public health problem. Ragweed pollination is very long, and on that affects the average daily and maximum air temperature. In opposite, high humidity reduces the concentration of allergenic ragweed pollen in the air.

Key words: ragweed, Baranja, spread, seed bank, pollination

### Uvod

Ambrozija je invazivna korovna vrsta porijeklom iz Sjeverne Amerike. U Europu je stigla pošiljkama sjemenja crvene djeteline, žita i krumpira (Comtois i Gagnon, 1988.). Prvi puta je u Hrvatskoj zabilježena 1941. godine na području Podravine (Kovačević, 1956.). Zadnjih 20-tak godina sve više se širi Europom pa je danas najugroženija zemlja Mađarska (Jarai-Komlodi i Juhasz, 1993.). Ambrozija stvara velike probleme u poljoprivredi jer je usjevima konkurent za prostor, hraniva, vodu i svjetlost (Zimdahl, 1980.) Osim prostornog širenja, ovom korovu brzo raste i brojnost, pa zbog toga čini izuzetno velike štete poljoprivrednim kulturama. Pelud ambrozije je jedan od najjačih aeroalergena (Dechamp i Meon, 2002.) i u zraku je tijekom ljetnih mjeseci prisutna u vrlo velikim koncentracijama. Kako je velika količina peludi u zraku odraz njene velike pokrovnosti na istraživanom području, cilj ovoga rada jest prikazati visoke vrijednosti banke sjemenja ambrozije u tlu, njenu rasprostranjenost na istraživanom području i izdvojiti meteorološke čimbenike koji imaju utjecaja na njenu polinaciju.

## Materijali i metode

Praćenje rasprostranjenosti populacije ambrozije vršeno je na području Baranje tijekom 2008. i 2009. godine. Istraživanja su započela u jesen uzimanjem uzoraka tla s 33 različita lokaliteta. U tu svrhu korišteni su cilindri Kopecki, promjera 53 mm, uz dubinu uzoraka od 5 cm. Sa ukupno 330 uzoraka tla, osušenih i prosijanih u laboratoriju, izdvojena je ukupna količina sjemena, a potom udio sjemena ambrozije u tlu (Tablica 1). Statističke razlike između analiziranih staništa utvrđene su analizom varijance (ANOVA), a sredine testiranih faktora uspoređene su koristeći Fisherov „Protected“ LSD test uz vjerojatnoću  $P \leq 0,05$ . Naredne vegetacijske sezone (2009.) vizualno je procijenjena gustoća populacije ambrozije na različitim staništima uporabom standardizirane ljestvice od 0 do 100, sa 5-postotnim intervalima (Kent i Coker, 1992). Dobivene procjenjene vrijednosti sa 171-nog različitog lokaliteta razvrstane su, prema gustoći populacije u tri agronomske kategorije  $\leq 10\%$ ,  $10-30\%$  i  $\geq 30\%$  (Altieri i Liebman, 1988.) i podijeljene prema staništu koji zakorovljuju (Tablica 2). Svi lokaliteti su geopozicionirani pomoću GPS prijemnika (Garmin-iQue 3200), a dobivene koordinate poslužile su za izradu karte rasprostranjenosti ambrozije (Ilustracija 1). Za izradu karata korišten je program DMAP for Windows V7,4.

Analiza rasprostranjenosti ambrozije uključivala je i praćenje koncentracije njene peludi u zraku, standardnim aerobiološkim postupkom putem klopke za pelud i spore volumetrijskog tipa (Hirst, 1975.) smještene u Belom Manastiru na krovu stambene zgrade na oko 12 m visine. S pripremljenih trajnih preparata, metodom 4 horizontalne linije (Galan, 2001.) utvrđen je broj peludnih zrnaca uporabom mikroskopa „Olympus BX 41“ uz povećanje od 400x. Dobivene vrijednosti preračunate su na broj zrnaca po  $m^3$  zraka i grafički prikazane (Grafikon 1.). Meteorološki podaci sa mjerne stanice Brestovac (srednja dnevna temperatura zraka, dnevna minimalna temperatura zraka, dnevna maksimalna temperatura zrak, relativna vlažnost zraka, količina oborina, te jačina vjetra) korelirani su sa dnevnim koncentracijama peludi ambrozije u zraku. U tu svrhu je izračunat Spearman-ov koeficijent korelacije, pošto vrijednosti dnevnih koncentracija peludi nisu normalno distribuirane. Za statističku obradu podataka korišten je program SPSS 16 for Windows.

## Rezultati i rasprava

Ambrozija je jednogodišnja biljka koja proizvodi od 500-3000 sjemenki po biljci koje ostaju klijave u tlu između 20 i 40 godina (Basset i Crompton, 1975.). Analiza aktualne banke sjemena u tlu služi kao dobar indikator za utvrđivanje gustoće populacije i izradu prognostičkih modela koji su od velike koristi za integriranu zaštitu bilja (Lewis, 1973.). Banka sjemena na istraživanom području najbogatija je uz rubove cesta i na oranicama i značajno se razlikuje u ukupnoj brojnosti od strništa i kanala (Tablica 1.). Bogatstvo florističkog sastava sjemenja u tlu vrlo je veliko, tako da na ambroziju otpada tek manji dio, i to 12,10% na strništima i 8% uz ceste. Značajno niže vrijednosti bilježe oranične površine i kanali.

Tablica 1. Banka sjemena u tlu i udio sjemena ambrozije na istraživanom području

Stanište	Udio u ukupnoj količini sjemena (%)	Udio sjemena ambrozije (%)
Oranica	36,30 a	0,95 b
Strnište	15,25 b	12,10 a
Uz cestu	45,40 a	8,00 a
Kanal	3,05 c	0,05 b

\*srednje vrijednosti sa istim slovom unutar kolone nisu statistički značajne prema Fisherovom „protected“ LSD testu uz  $P = 0,05$

Do sličnih spoznaja došli su i Vitalos i Karrer (2008.) prativši populacije banke sjemenja ambrozije u tlu. Oni su dodatno istraživali i sezonsku dinamiku sjemenja u tlu koja je također pokazala značajne razlike među različitim staništima Austrije.

Ambrozija se na istraživanom području sve više širi (Štefanić i sur. 2006.). Prije trideset godina, međutim, nije predstavljala problem na oraničnim i ruderalnim površinama kontinentalnog dijela Hrvatske i tada je, temeljem opsežnog kartiranja okopavinskih korova, ambrozija svrstana na 19. mjesto (Topić, 1977.). Danas se ambrozija ubraja u najraširenije i najopasnije korove, ne samo u Baranji, već i u ostalim dijelovima kontinentalne Hrvatske (Ostojić i sur. 1983.). To potvrđuju i florističke analize koje su tijekom kolovoza i rujna 2009. na području Baranje utvrdile vrlo visoke pokrovne vrijednosti ambrozije na oraničnim

## Spread of invasive alien species ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) in Baranja

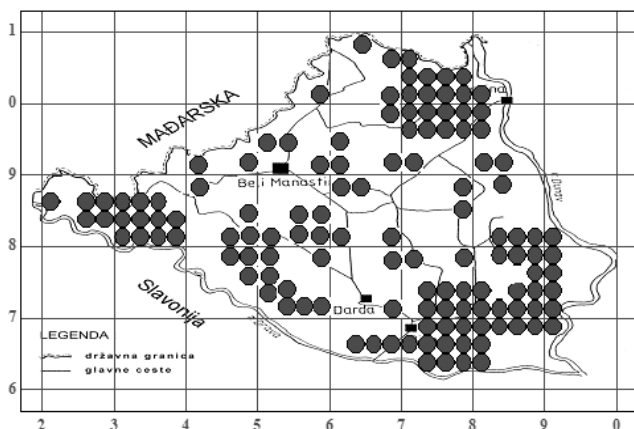
površinama (Tablica 2.). Suncokret je najugroženiji, a zatim slijede strništa. U mnogo manjem postotku, ambrozija je nađena u soji (5%) i šećernoj repi (4%), što odgovara i rezultatima istraživanja u soji koja je provodila Vratarić i Sudarić (2000.). Do sličnih spoznaja došli su i Barić i sur. (1998.).

Slična je situacija i u susjednim zemljama. Prema navodima Kazinczi i sur. (2008.) u susjednoj Mađarskoj ambrozija ugrožava oko 5 000 000 ha (85%) obradivih površina, a od toga je 7,5% vrlo inficirano. Samo za suzbijanje ambrozije u Republici Mađarskoj troši se 120-130 mil. € godišnjeg BDP. Slična je situacija i u Srbiji (Konstantinović i sur. 2004.). Rasprostranjenost ambrozije na istraživanom području prikazuje Karta 1.

Osim agronomski, ambrozija je i veliki javno-zdravstveni problem jer tijekom višetjedne polinacije proizvodi ogromne količine alergogene peludi. U mnogim zemljama procjenjuje se da je oko 10% stanovništva alergično je na pelud ove biljke (Basset i Crompton, 1975., Dechamp i Meon, 1988., Vitanyi i sur. 2003., Konstantinović i Meseldžija, 2004., Puc, 2004.).

Tablica 2. Pokrovnost ambrozije na različitim staništima Baranje

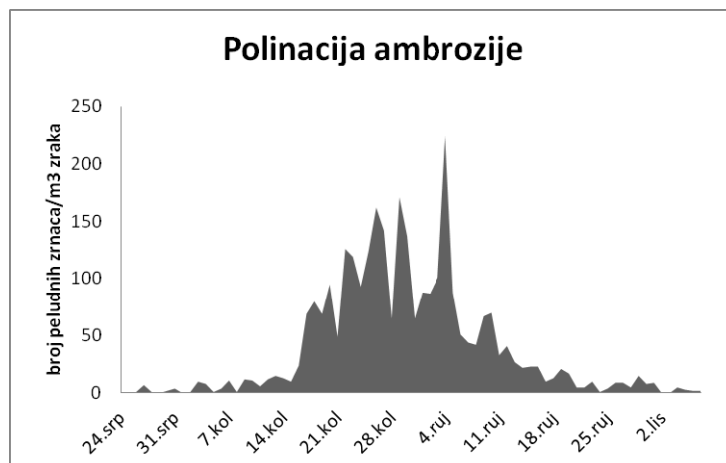
Tip staništa	% od ukupnih snimki (N=171)	Gustoća populacije (%)		
		≤10%	10-30%	≥30%
Kukuruz	11	*	**	
Suncokret	36	*	**	***
Šećerna repa	4	*		***
Soja	5	*	**	***
Livade i vrtovi	1	*	**	
Pašnjaci	1	*		
Strništa	22	*	**	***
Ceste i kanali	12	*	**	***
Zapuštena površina	8	*		***



Ilustracija 1. Rasprostranjenost ambrozije na istraživanom području u 2009. godini

Polinacije traje nekoliko tjedna, najčešće između 8 i 12, i različita je od godine do godine (Yankova, 2000.). Dužina polinacije tijekom 2009. godine bila je 76 dana, uz vrhunac 04. rujna kada su izbrojana 224 peludna zrnca po m<sup>3</sup> zraka (Grafikon 1.).

Na polinaciju ambrozije utječu meteorološki čimbenici (Tablica 3.). S povišenjem srednje dnevne temperature zraka i maksimalne temperature zraka povećava se koncentracija peludi ambrozije u zraku, dok njena koncentracija opada s povišenjem relativne vlage zraka. Temperatura zraka predstavlja najznačajniji meteorološki čimbenik koji djeluje na povećanje polinacije ambrozije (Puc, 2004., Laaidi i sur. 2003.). Velike količine peludi u zraku odraz su njene velike pokrovnosti na istraživanom području.



Grafikon 1. Sezonska dinamika peludi ambrozije tijekom 2009. godine

Tablica 3. Spearman-ov koeficijent korelacije između ispitivanih meteoroloških parametara i količine peludi ambrozije u zraku

Meteorološki parametri	Polinacija ambrozije
Srednja dnevna temperatura zraka (°C)	0,249*
Maksimalna dnevna temperatura zraka (°C)	0,296**
Minimalna dnevna temperatura zraka (°C)	0,140
Relativna vlaga zraka (%)	-0,308**
Oborine (mm)	0,50 NS
Jačina vjetrova (bof)	0,155 NS

NS – nesignifikantno; \*- korelacija je signifikantna do 0,05; \*\* - korelacija je signifikantna do 0,01

### Zaključak

*Ambrosia artemisiifolia* L. je invazivna korovna vrsta koja se na području Baranje značajno proširila. Banka sjemena u tlu najbogatija je ambrozijom na strništima (12,1% od ukupne količine sjemena) i uz ceste (8% od ukupne količine sjemena). Zakorovljava okopavinske usjeve, posebice suncokret, a s visokim pokrovnim vrijednostima prisutna je i na strništima. Polinacija ambrozije vrlo je duga i u 2009. godini trajala je 76 dana, s najvećom koncentracijom 4. rujna. S povišenjem temperature zraka povećava se i koncentracija peludi ambrozije u zraku, a visoka relativna vlaga zraka značajno smanjuje njenu polinaciju.

### Literatura

- Altieri M.A., Liebman M. (1988.). Weed Management in Agroecosystems: Ecological Approaches. CRC Press, Boca Raton An Arbor, pp 353.
- Barić K., Topolovec D., Ostojić Z. (1998.). Zaštita soje od korova. Glasilo biljne zaštite 5, Zagreb, 277-289.
- Basset I.J., Crompton C.W. (1975.). The biology of Canadian weeds. *Ambrosia artemisiifolia* and *A. psilostachya* DC. Canadian Journal of Plant Science 55:463-476.
- Comtois P., Gagnon L. (1988.) Concentration pollinique et fréquence des symptômes de pollinose: une méthode pour déterminer les seuils cliniques. Revue Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique, 28(4): 279.
- Dechamp C., Meon H. (2002.). *Ambrosia, ambrosies, polluants biologiques*. Lyon, France: ARPPM – Edition: 17-40.
- Galan C. (2001.). Sampling principles and instruments pollen and fungal spores sampling, Fifth European Course in Basic Aerobiology
- Hirst M.J. (1975.). An automatic volumetric spore trap. Annals of Applied Biology, 39:257-265.

- Jarai-Komlodi M., Juhasz M. (1993.). *Ambrosia elatior* (L.) in Hungary (1989-1990.). *Aerobiologia* 9:75-78.
- Kazinczi G., Beres I., Novak R., Biro K., Pathy Z. (2008.). Common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*): A review with special regards to the results in Hungary. I. Taxonomy, origin and distribution, morphology, life cycle and reproduction strategy. *Herbologia* Vol. 9, No. 1.
- Kent M., Coker P. (1992.). *Vegetation description and analysis. A Practical Approach*. CRC Press, Boca Raton An Arbor, pp 361.
- Konstantinović B., Meseldžija M., Konstantinović B., Dakić Z. (2004.). Control of allergenic weed species *Ambrosia artemisiifolia* L. in the region of the city of Novi Sad. *Herbologia* 5:73-78.
- Kovačević J. (1956.). Korovna flora na travnjacima Hrvatske. *Zaštita bilja* 37:55-68.
- Laaidi M., Laaidi K., Besancenot J., Thibaudon M. (2003.). Ragweed in France: an invasive plant and its allergenic pollen, *Annals of Allergy, Asthma and Immunology* 91: 195-201.
- Lewis A. J. (1973.). Ragweed Control Techniques: Effect on Old-Field Plant Populations, *Bulletin of the Torrey Botanical Club*: Vol. 10, no. 6, 333-338.
- Ostojić Z., Šarić T., Čturiilo C. (1983.). *Najrašireniji korovi, Priručnik Izvještajno-prognozne službe zaštite poljoprivrednih kultura*. Beograd.
- Puc M. (2004.). Ragweed pollen in the air of Szczecin, Poland. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 11: 53-57.
- Štefanić E., Štefanić I., Eđed A. (2006). Can we stop the spread of short ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) in Croatia? 1st International Symposium Intractable Weeds and Plant Invaders. Ponta Delgada, The Azore, p.20.
- Topić J. (1977.). Fitocenološka istraživanja korovne vegetacije okopavina istočne Podravine *Acta Botanica Croatica*, 37: 149-157.
- Vitalos M., Karrer G. (2008.). Seed bank dynamics of *Ambrosia artemisiifolia* in Austria. In: Štefanić E., Rašić S. (Eds) 2nd International Symposium „Intractable Weeds and Plant Invaders“, Osijek, p. 17.
- Vitanyi B., Makra L., Juhasz M., Borsos E., Beczi R., Szentpeteri M. (2003.). Ragweed pollen concentration in the function of meteorological elements in the south-eastern part of Hungary, *Acta climatologica et chorologica*, Tom. 36-37: 121-130.
- Vratarić M., Sudarić A. (2000.). Soja. *Poljoprivredni institut Osijek*. p. 1-217.
- Yankova R., Zlatev D., Baltadjieva et al. (2000.). Quantitative dynamic of *Ambrosia* pollen grains in Bulgaria. *Aerobiologia*, 16: 299-301.
- Zimdahl R.L. (1980.). *Weed-Crop Competition. A review*, International plant protection center, Oregon, 195 pp.

sa2012\_0119

# Utjecaj nagiba terena na kemijske značajke vinogradarskih tala Plešivice

Zdravka SEVER ŠTRUKIL<sup>1</sup>, Aleksandra BENSA<sup>1</sup>, Marko RUNJIC<sup>2</sup>, Kristina KRKLEC<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska  
(e-mail: zsever1@agr.hr)

<sup>2</sup>Institut za jadranske kulture i melioraciju krša, Put Duilova 11, 21000 Split, Hrvatska

## Sažetak

Cilj rada je bio utvrditi utjecaj nagiba terena (12% i 22%) na kemijske značajke nekih dijelova padine vinogradarskih tala na laporu, Plešivičkog vinogorja. U površinskom i potpovršinskom sloju tla gornje trećine padine, utvrđena je viša pH-vrijednost u odnosu na donju, uz signifikantne razlike samo na strmijoj padini. Ukupni karbonati signifikantno rastu od donje trećine padine prema gornjoj, u oba sloja tla, na obje lokacije. Fiziološki aktivno vapno signifikantno raste od dna prema vrhu padine, u oba sloja tla, samo na većem nagibu. Prema opskrbljenosti fiziološki aktivnim fosforom i kalijem u oba sloja tla nema statistički opravdanih razlika između pojedinih dijelova padine, na obje lokacije.

Ključne riječi: vinogradarska tla, nagib, pH, karbonati, hraniva

## The impact of slope terrain on chemical properties of Plešivica vineyard soil

### Abstract

The aim of this study was to determinate the effect of soil slope (12% and 22%) on chemical soil properties of different parts of the slope (marl soils of vineyards in the Plešivica wine-growing region). In the surface and the subsurface soil layer on the upper third of the slope, the pH value is higher than on the lower third, with significant differences only on the steeper slope. The amount of total carbonate significantly increases from the lower part of the slope to the upper part, in both layers and in both locations, while the amount of physiologically active lime increases only on the steeper slope. On both locations, there is no statistically significant difference between physiologically active phosphorus and potassium supplies on different parts of the slope.

Key words: vineyard soil, slope, pH, carbonates, nutrients

### Uvod

Tla na nagibima karakterizira različita dubina soluma zbog procesa erozije, kojim se čestice tla translociraju s viših na niže pozicije, što rezultira plićim tlama na gornjim dijelovima padine. U uvjetima karbonatnog matičnog supstrata (lapora), rigolanjem pri podizanju nasada zahvaća se i dio supstrata, posebno na gornjim, plićim dijelovima padine. To uvjetuje razlike u reakciji tla, sadržaju karbonata, te ostalim pedokemijskim svojstvima, između pojedinih dijelova padine. Visoka koncentracija karbonata na gornjim dijelovima padine, a samim time i visok pH, pogoduju formiranju  $\text{HCO}_3^-$ -iona, koji dovode do poremećaja u primanju nekih biljnih hraniva i do raznih vrsta kloroza (Imas 2000; Ksouri i sur., 2005). U ovom istraživanju ciljevi su bili: odrediti pH-vrijednost tla, sadržaj ukupnih karbonata, aktivnog vapna, te biljci pristupačnog fosfora i kalija u



površinskom i potpovršinskom sloju pojedinih dijelova padine na vinogradarskim tlima različitih nagiba, te utvrditi postoje li statistički značajne razlike u vrijednostima navedenih parametara između gornje, srednje i donje trećine padine, u oba analizirana sloja na svakoj lokaciji.

### Materijali i metode

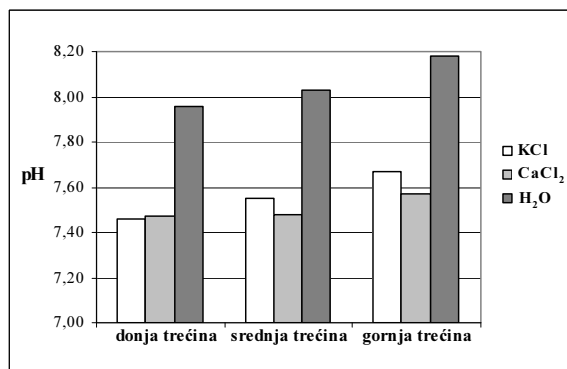
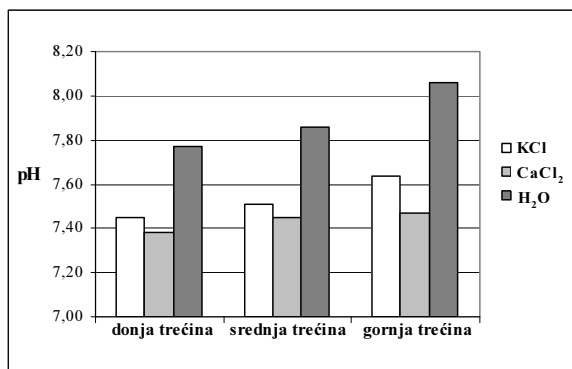
Uzorkovanje tla obavljeno je tijekom ožujka 2011. godine na dvije lokacije u Plešivičkom vinogorju. Prosječni uzorci tla uzimani su s donje, srednje i gornje trećine padine, na dva različita nagiba terena, dužine 75 m. Na lokaciji A nagib iznosi 22%, a na lokaciji B 12%. Sa svake trećine padine uzeta su tri prosječna uzorka tla s dvije dubine (0–30 cm i 30–60 cm). Za pretpostaviti je da je na gornjim trećinama obje padine rigolani Sirozem na latoru, na srednjim Rendzina na latoru tipična, a na donjim trećinama Rendzina na latoru koluvijalna. Na uzorcima tla provedene su laboratorijske analize osnovnih kemijskih značajki. Reakcija tla mjerena je u 1:5 (v/v) suspenziji tla i vode, te tla i 1M KCl odnosno tla i 0,01M CaCl<sub>2</sub> na pH-metru s kombiniranom staklenom elektrodom (HRN ISO 10390:2005). Količina humusa određena je bikromatnom metodom (Walkley-Black, 1934). Pristupačni fosfor i kalij određeni su prema Egner-Riehm-Domingo testu nakon ekstrakcije otopinom amonij-laktat-octene kiseline (Egner i sur., 1960). Fosfor je također određen metodom po Olsen-u, nakon ekstrakcije otopinom natrij-hidrogenkarbonata (Olsen i sur., 1954). Sadržaj ukupnih karbonata određen je pomoću Scheiblerovog kalcimetra (HRN ISO 10693:2004), a fiziološki aktivno vapno metodom po Galet-u (JDPZ, 1966). Mehanički sastav tla određen je metodom prosijavanja i sedimentacije (HRN ISO 11277:2004).

### Rezultati i rasprava

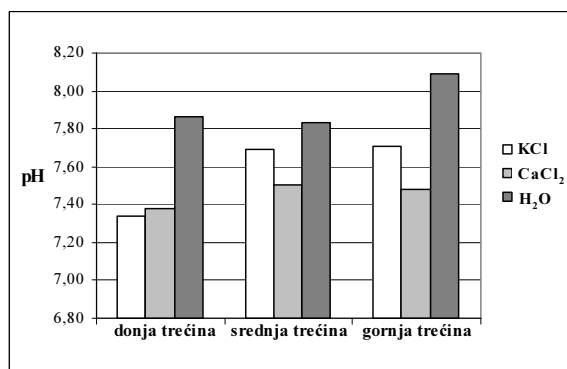
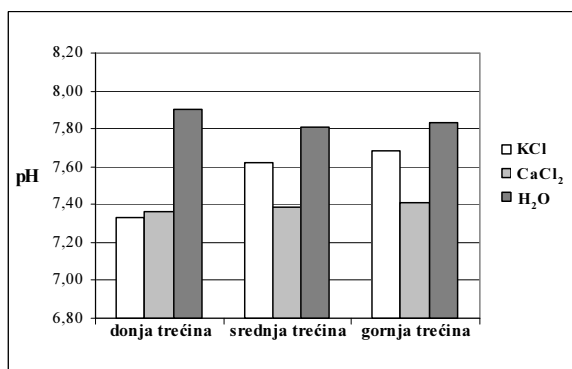
Istraživana tla su praškasto glinasto ilovaste teksture na donjem dijelu, te praškasto ilovaste na vrhu padine. Opskrbljenost tla humusom jako varira ovisno o lokaciji i dijelu padine, od vrlo slabog do dosta humoznog. U površinskom sloju tla padine A, od 0,72% humusa na vrhu padine, do 3,02% na dnu. Na manjem nagibu padine B sadržaj humusa je ujednačeniji (2,20–2,95%), odnosno tlo je slabo humozno. U potpovršinskom sloju na obje lokacije tlo je slabo opskrbljeno humusom, varirajući u rasponu 1,03–2,30%. Na grafu 1 vidljivo je opadanje pH-vrijednosti u površinskom i potpovršinskom sloju tla, od vrha prema dnu strmije padine A. Signifikantno više pH-vrijednosti utvrđene su u vodi i KCl-u, na gornjoj trećini padine u odnosu na donju, u sloju 0–30 cm. Na blažoj padini B, nisu utvrđene statistički opravdane razlike u reakciji tla između pojedinih dijelova padine u oba sloja, graf 2.

Više pH-vrijednosti gornjih dijelova padina su posljedica rigolanja, kojim je zahvaćen lator, te izmiješan s površinskim slojem tla, budući da se nalazi jako plitko, unutar 60 cm dubine. Razlog tome je i povećanje prosječnog sadržaja ukupnih karbonata od dna prema vrhu padine A od 8,9 do 29,6% u površinskom, odnosno 11,8–30,5% u potpovršinskom sloju tla. Donja trećina padine imala je signifikantno manje ukupnih karbonata u odnosu na srednju i gornju trećinu u oba sloja tla ( $P=0,01$ ), dok se količine ukupnih karbonata utvrđene na srednjoj trećini padine (26,8; 25,2) nisu značajno razlikovale u odnosu na sadržaj karbonata na gornjoj trećini u površinskom sloju tla. Prosječni sadržaj fiziološki aktivnog vapna također signifikantno raste u površinskom sloju tla od 6,7 do 19,2%, a u potpovršinskom u rasponu 7,7–21,3%, graf 3. Porast sadržaja ukupnih karbonata i fiziološki aktivnog vapna od dna prema vrhu padine utvrdili su i Čoga i sur. (2008), Herak-Ćustić i sur. (2004) na lokaciji Borička, istog vinogorja, u uvjetima plitkog karbonatnog matičnog supstrata.

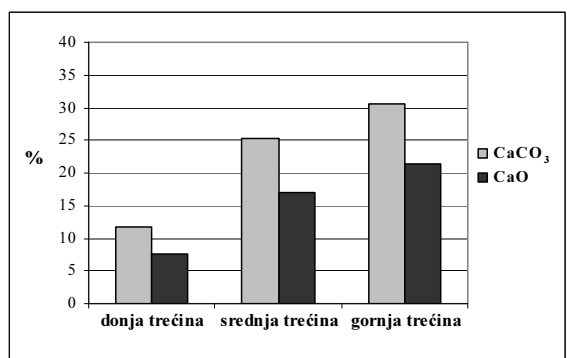
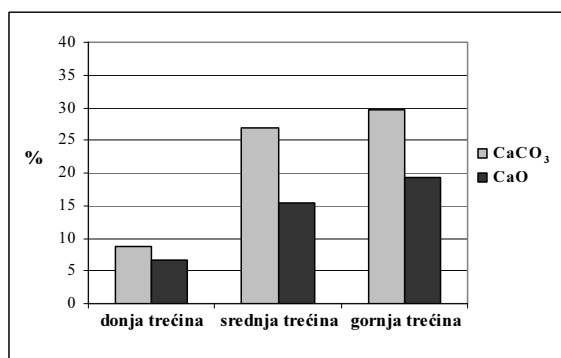
Na blažoj padini B utvrđena je ista pravilnost, u sadržaju ukupnih karbonata na pojedinim dijelovima padine, uz nešto više vrijednosti. Signifikantno viši sadržaj karbonata 35,7% odnosno 32,4%, CaCO<sub>3</sub> utvrđen je u oba sloja na gornjoj trećini padine u odnosu na donju trećinu, u kojima je utvrđeno 11,0% u površinskom, odnosno 11,9% u potpovršinskom sloju tla. Kod prosječnog sadržaja fiziološki aktivnog vapna nije uočena pravilnost porasta od dna prema vrhu padine. Maksimalnih 22,3% CaO utvrđeno je na srednjoj trećini padine, u sloju 0–30 cm, odnosno 21,7% u sloju 30–60 cm. Udio fiziološki aktivnog vapna u ukupnim karbonatima kreće se u rasponu 54,5–69,3% u površinskom sloju, te od 56,2 do 71,4% u potpovršinskom sloju tla, pri čemu su najveći udjeli utvrđeni na srednjem dijelu padine, graf 4. Između sadržaja ukupnih karbonata i fiziološki aktivnog vapna u tlu na obje padine, postoji pozitivna potpuna korelacija. Korelacijski koeficijenti između spomenutih parametara kreću se od 0,95 kod potpovršinskog sloja padine B, do 0,99 kod potpovršinskog sloja padine A.



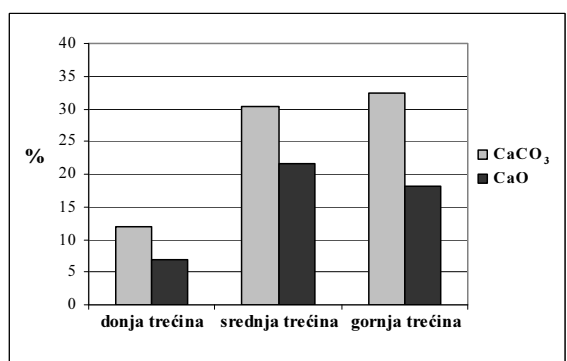
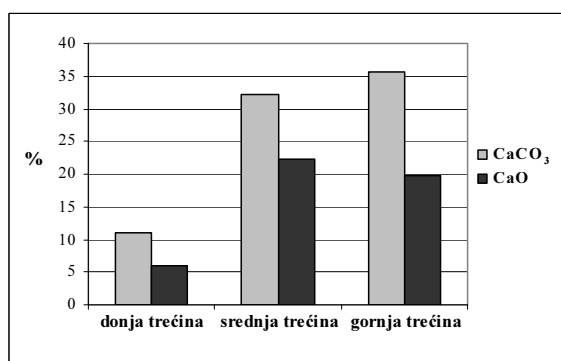
Graf 1: pH vrijednosti a) u površinskom, 0–30 cm i b) potpovršinskom sloju, 30–60 cm, na padini A (nagib 22%)



Graf 2: pH vrijednosti a) u površinskom, 0–30 cm i b) potpovršinskom sloju, 30–60 cm, na padini B (nagib 12%)



Graf 3: Sadržaj ukupnih karbonata i fiziološki aktivnog vapna a) u površinskom, 0–30 cm i b) potpovršinskom sloju, 30–60 cm, na padini A (nagib 22%)



Graf 4: Sadržaj ukupnih karbonata i fiziološki aktivnog vapna a) u površinskom, 0–30 cm i b) potpovršinskom sloju, 30–60 cm, na padini B (nagib 12%)

Na obje lokacije, u površinskom sloju tla, utvrđena je pravilnost povećanja fiziološki aktivnog fosfora (AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) i kalija, od vrha prema dnu padine. U površinskom sloju tla, na strmijoj padini A utvrđen je raspon 5,01–9,10 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g tla i 14,5–25,5 mg K<sub>2</sub>O/100g tla, odnosno 5,56–7,71 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g tla i 13,5–20,0 mg K<sub>2</sub>O/100g tla na padini B, tablica 1. U potpovršinskom sloju tla obje padine utvrđene su ujednačene vrijednosti fiziološki aktivnog fosfora i kalija, bez pravilnosti u smislu povećanja od vrha prema dnu padine, tablica 2. Statističkom obradom podataka nisu utvrđene signifikantne razlike u sadržaju fiziološki aktivnih hraniva u površinskom i potpovršinskom sloju tla, između pojedinih dijelova padina, niti na jednoj lokaciji. Količine pristupačnog fosfora ekstrahirane metodom po Olsenu niže su u prosjeku za 30,5%, te vrlo jako koreliraju ( $r = 0,85$ ) s količinama ekstrahiranim AL-metodom. Utvrđeni podaci u skladu su s istraživanjem Popović (2010), koja je dobila 33,2% niže vrijednosti fosfora ekstrakcijom po Olsenu, uz  $r = 0,83$ .

Tablica 1: Fiziološki aktivni fosfor i kalij u površinskom horizontu, padina A i B

Lokacija		Dubina cm	AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -Olsen	AL-K <sub>2</sub> O
			mg/100 g tla		
A	donja trećina	0–30	9,10	8,42	25,5
	srednja trećina		6,02	5,09	16,2
	gornja trećina		5,01	3,10	14,5
B	donja trećina	0–30	7,71	5,44	20,0
	srednja trećina		6,25	5,44	19,2
	gornja trećina		5,56	3,67	13,5

Tablica 2: Fiziološki aktivni fosfor i kalij u potpovršinskom horizontu, padina A i B

Lokacija		Dubina cm	AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -Olsen	AL-K <sub>2</sub> O
			mg/100 g tla		
A	donja trećina	30–60	5,32	4,83	14,0
	srednja trećina		6,13	3,10	16,7
	gornja trećina		4,87	2,02	10,2
B	donja trećina	30–60	5,58	4,24	17,5
	srednja trećina		4,01	2,56	14,0
	gornja trećina		4,86	0,99	11,8

## Zaključak

U površinskom i potpovršinskom sloju tla gornje trećine padine, utvrđena je viša pH-vrijednost u odnosu na donju, uz signifikantne razlike samo na strmijoj padini, u KCl-u i vodi. Ukupni karbonati donje trećine padine signifikantno su niži od gornje trećine u površinskom sloju (8,9–29,6% padina A; 11,0–35,7% padina B), te u potpovršinskom 11,8–30,5% padina A; 11,9–32,4% padina B). Fiziološki aktivno vapno signifikantno raste od dna prema vrhu padine, u oba sloja tla, samo na većem nagibu, 6,7–19,2% u površinskom, odnosno 7,7–21,3% u potpovršinskom sloju tla. U sadržaju fiziološki aktivnih hraniva nisu utvrđene signifikantne razlike. Navedene razlike u kemijskim značajkama između pojedinih dijelova padine rezultat su različite dubine soluma, uvjetovane erozijom, te rigolanja pri podizanju nasada kojim je na gornjim, plićim dijelovima padine zahvaćen karbonatni matični supstrat, te izmiješan s tlom. To upućuje na nužnost detaljnog uzorkovanja tla na nagibima, te posljedično selektivnog pristupa agrotehničkim mjerama u vinogradu.

## Literatura

- Čoga L., Slunjski S., Herak Ćustić M., Gunjača J., Ćosić T. (2008). Phosphorus dynamics in grapevine on acid and calcereous soil. II Cereal research communications 36 (1): 119-122
- Egner H., Riehm H., and Domingo W.R. (1960). Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Boden, II: Chemische Extraktionsmethoden zu Phosphorund Kaliumbestimmung. Kungliga Lantbrukshögskolans Annaler 26: 199-215.

- Herak-Čustić M. (2004). Ishrana vinove loze – preduvjet kvalitete grožđa i vina, Završno izvješće VIP projekta, Zavod za ishranu bilja, Zagreb
- HRN ISO 10390:2005 Kakvoća tla – Određivanje pH-vrijednosti
- HRN ISO 10693:2004 Kakvoća tla – Određivanje sadržaja karbonata – Volumetrijska metoda
- HRN ISO 11277:2004 Kakvoća tla – Određivanje raspodjele veličine čestica (mehaničkog sastava) u mineralnom dijelu tla – Metoda prosijavanja i sedimentacije
- Imas P. (2000). Integrated nutrient management for sustaining crop yields in calcareous soils. GAU-PRII-IPI National Symposium on Balanced Nutrition of Groundnut and Other Field Crops Grown in Calcareous Soils of India, Junagadh, India.
- Ksouri R., Gharsalli M., Lachaal M. (2005). Physiological responses of Tunisian grapevine varieties to bicarbonate-induced iron deficiency. *Journal of Plant Physiology* 162: 335-341.
- Olsen S.R., Cole C.V., Watanabe F.S., Dean L.A. (1954). Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate, U.S. Dept. Agr. Circ. 939
- Popović B., Šepuť M., Lončarić Z., Andrišić M., Rašić D., Karalić K. (2010). Usporedba AL i Olsen pristupačnog fosfora na karbonatnim tlima Hrvatske, *Poljoprivreda* 16: 38-42
- Priručnik za ispitivanje zemljišta, Kemijske metode ispitivanja zemljišta, Beograd, 1966.
- Walkley A.; Black I.A. (1934). An Examination of the Degtjareff Method for Determining Soil Organic Matter, and A Proposed Modification of the Chromic Acid Titration Method. *Soil Science* 37 (1): 29-38

### **Napomena**

Istraživanja prikazana u ovom radu dio su diplomskog rada studenta Marka Runjića „Utjecaj nagiba terena na varijabilnost pristupačnog fosfora u vinogradarskim tlima“, obranjenog 03.07.2011. na Agronomskom fakultetu u Zagrebu.

**sa2012\_0120**

# Zastupljenost gljiva iz porodice *Boletaceae* u Parku prirode Medvednica

Ivan ŠIRIĆ, Romano BOŽAC, Ivica KOS, Renata VRHOVEC

<sup>1</sup> Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska  
(e-mail: isiric@agr.hr)

## Sažetak

Cilj istraživanja bio je determinirati i utvrditi zastupljenost vrsta mikoriznih gljiva iz porodice *Boletaceae* koje rastu na području Parka prirode Medvednica te opisati njihove morfološke karakteristike. Sve vrste gljiva iz porodice *Boletaceae* su simbionti, odnosno mikorizne gljive koje mogu živjeti isključivo u zajednici s različitim biljkama, najčešće visokim stablašicama. Park prirode Medvednica je bogat različitim vrstama viših stablašica kao što su obična bukva (*Fagus sylvatica* L.), hrast medunac (*Quercus pubescens* Willd.), hrast lužnjak (*Q. robur* L.), hrast kitnjak (*Q. petraea* (Matt.) Liebl.), obični grab (*Carpinus betulus* L.), obična smreka (*Picea abies* (L.) Karst), europski ariš (*Larix decidua* Mill.), pitomi kesten (*Castanea sativa* Mill.), obična breza (*Betula pendula* Roth), obična lijeska (*Corylus avellana* L.), obični bor (*Pinus sylvestris* L.), crna joha (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), obična jela (*Abies alba* Mill.) i dr., a time i s mikoriznim vrganjevkama. U ovom radu opisane su 23 vrste vrganjevki od toga 11 vrsta iz roda *Boletus*, jedna vrsta iz roda *Gyrodon*, 5 vrsta iz roda *Leccinum*, 2 vrste iz roda *Suillus*, jedna vrsta iz roda *Tylopilus* i 3 vrste iz roda *Xerocomus* koje rastu na području Medvednice.

Ključne riječi: *Boletaceae*, Medvednica, morfološke karakteristike, mikoriza, vrsta

## Presence of mushrooms of the family *Boletaceae* in Natural Park Medvednica

### Abstract

The aim of this paper was to identify mycorrhizal mushrooms of the family *Boletaceae* that grow in Nature Park Medvednica, their frequency and morphological characteristics. All species of mushrooms from the family *Boletaceae* are symbionts, or mycorrhizal fungi that can live only in association with different plants, usually high trees. Nature Park Medvednica is rich with various species of higher trees like beech (*Fagus sylvatica* L.), oak (*Quercus pubescens* Willd.), oak (*Q. robur* L.), oak (*Q. petraea* (Matt.) Liebl.), hornbeam (*Carpinus betulus* L.), juniper (*Picea abies* (L.) Karst), larch (*Larix decidua* Mill.), chestnut (*Castanea sativa* Mill.), birch (*Betula pendula* Roth), hazel (*Corylus avellana* L.), pine (*Pinus sylvestris* L.), alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), dishes (*Abies alba* Mill.) etc., and thus with mycorrhizal bolet. In this paper 23 species of the family *Boletaceae* are described, of which 11 species are of the genus *Boletus*, one species of the genus *Gyrodon*, 5 species of the genus *Leccinum*, 2 species of the genus *Suillus*, one species of the genus *Tylopilus* and 3 species of the genus *Xerocomus* that grow on Medvednica.

Key words: *Boletaceae*, Medvednica, morphological characteristics, mycorrhiza, species

## Uvod

Vrganjevke (*Boletaceae*) je prvi put opisao francuski botaničar Francois Fulgis Chevallier 1826. godine. Rastu na površini tla u simbiozi odnosno zajednici sa raznim vrstama bjelogoričnog i crnogoričnog drveća kao što su obična bukva (*Fagus sylvatica*), hrast (*Quercus spp.*), obična jela (*Abies alba*), obični grab (*Carpinus betulus*), obična breza (*Betula pendula*), europski ariš (*Larix decidua*), obični bor (*Pinus sylvestris*)... (Agueda i sur., 2006). U dobro očuvanim šumama i šumskim zajednicama na području Hrvatske moguće je pronaći desetke vrsta gljiva iz porodice *Boletaceae*. Rastu od kasnog proljeća do kraja jeseni, a najveći broj u ljetnim i jesenskim mjesecima. Većina vrsta iz istraživane porodice proizvodi velike mesnate gljive sa klobukom i stručkom. Jestive mikorizne gljive iz navedene porodice su vrhunski gurmanski specijaliteti za ljubitelje gljiva i izvor prihoda za kolekcionare (Wang i Hall, 2004). Ukupna godišnja potrošnja samo vrste *Boletus edulis* u svijetu iznosi oko 50 tona (Hall i sur., 1998). U posljednjih desetak godina i u Hrvatskoj je jako izražen trend sakupljanja gljiva, uglavnom vrganjevki.

Istraživane gljive pripadaju razredu Basidiomycetes, redu Boletales i porodici Boletaceae koja obuhvaća nekoliko rodova: *Boletus*, *Gyrodon*, *Leccinum*, *Suillus*, *Tylopilus*, *Xerocomus*, *Chalciporus*, *Gyroporus* i dr. Prema nekim podacima, u razredu Basidiomycetes se nalazi između 15 i 20 tisuća vrsta gljiva. Najbitnija je značajka ovog razreda da se u njemu nalaze gljive najvišeg razvojnog stupnja, među kojima su i vrganjevke. Međutim, ne postoji pravilo ni metoda, osim laboratorijskih analiza, pomoću kojih se mogu sa stopostotnom sigurnošću razlikovati jestive od otrovnih gljiva (Božac, 2003). Da bi mogli utvrditi razlike između pojedinih vrsta odnosno rodova, gljive trebamo poznavati u svim razvojinim stadijima, poznavati njihovu morfologiju i stanište. Masiv Medvenice je teritorijalno smješten na području grada Zagreba, Krapinsko-zagorske i Zagrebačke županije. Pruža se u smjeru jugozapad-sjeveroistok, u dužini od oko 40 km i širini od oko 9 km. Prostire se na nadmorskoj visini od 120 do 1035 m (Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva, 2005.). Temeljni fenomen Parka prirode su dobro očuvane šume i šumske zajednice koje obuhvaćaju 64% ukupne površine Medvednice, a time i mikorizne gljive. U ovom radu bit će prikazane simbiotske vrste gljiva iz porodice *Boletaceae* koje rastu na području Parka prirode Medvednica, njihove morfološke karakteristike i stanište. Ovaj će rad doprinjeti spoznajama o zastupljenosti vrsta iz rodova *Boletus*, *Leccinum*, *Xerocomus*, *Suillus*, *Gyrodon*, *Tylopilus*, kao i njihovim simbiotskim vrstama na spomenutom području.

## Materijal i metode

Zastupljenost gljiva iz porodice *Boletaceae* bilježena je na šest lokaliteta na području Medvednice u proljeće, ljeto i jesen 2010. godine na početku i kraju mjeseca. Istraživani su sljedeći lokaliteti: Mikulička gora, Mlinovi, Šestinski kraljevac, Gračani, okolica Tomislavovog doma i poručje iznad gornje Bistre. Determinacija gljiva je izvedena u laboratoriju na Agronomskom fakultetu prema uobičajenim ključevima i ikonografijama (Bon, 1988; Božac, 2008; Erica i sur., 1980; Marchand, 1975; Singer, 1965). Determinacija visokih stablašica je izvedena na istraživanom području prema (Borzanu, 2001). Opisane su morfološke karakteristike i stanište za svaki rod odnosno vrstu. Osim klobuka i stručka kao glavnih morfoloških obilježja opisani su oblik, boja i veličina spora, boja mesa te stanište vrsta pronađenih na Medvednici.

## Rezultati i rasprava

Tijekom istraživanja 2010. godine na Medvednici su utvrđene 23 vrste gljiva iz porodice *Boletaceae*, uglavnom visoko kvalitetne jestive gljive. Porodica *Boletacea* pripada u: razred *Basidiomycetes*, red *Boletales*, a obuhvaća rodove *Boletus*, *Leccinum*, *Xerocomus*, *Suillus*, *Gyrodon*, *Tylopilus* i dr. Sve vrste unutar istraživane porodice posjeduju stručak i klobuk, kao dva osnovna morfološka obilježja plodnoga tijela koja su građena od nitastih stanica – hifa, čiji splet tvori micelij (Božac, 2003). Pronađene vrste gljiva navedene su u popisu unutar viših sistematskih kategorija (Tablica 1.).

### Klobuk

Crvenkast klobuk imaju fechtnerov vrganj (*Boletus fechtneri* Velanovsky), borov vrganj (*B. pinophilus* Pil. ex Dermek), kraljevski vrganj (*B. regius* Krombholz) i krvavi baršunavac (*Xerocomus rubellus* (Krbh.) Quelet), crvenkasto-smeđ ima šiljastonogi vrganj (*Boletus appendiculatus* Schff. ex Fries), turčin (*Leccinum aurintiacum* (Bull. ex Fr) S. F. Gray) i hrastov turčin (*L. querccinum* (Pilat) Green et Watling), crvenoraspućani baršunavac (*Xerocomus chrysenteron* (Bull. ex St. Amans) Quélet), smeđi ima depilirani

vrganj (*Boletus depilatus* G. Reideuilh), raspucani vrganj (*B. aestivalis* Paulet ex Fries), crnogorični vrganj (*B. edulis* Bull. ex Fries), prosti vrganj (*B. impolitus* Fries), sljemenski vrganj (*B. poikilochromus* Pöder), hajdinski vrganj (*B. aereus* Bull. ex Fries) brezov djed (*Leccinum scarbum* (Bull. ex Fr.) S. F. Gray), plemeniti hrapavac (*L. nigrescens* (Richon & Roze) Sing.), maslinasto-smeđi imaju lijeponogi vrganj (*Boletus calopus* Fries) i žučni vrganj (*Tylopilus feleus* (Bull. ex Fr.) Karsten), smeđe-siv imaju grabov djed (*Leccinum griseum* (Quél.) Singer) i žuti johavac (*Gyrodon lividus* (Bull. ex Fr.) Saccardo), žuti do zlatno-žuti imaju podstavljeni baršunavac (*Xerocomus submentosus* (L. ex Lr.) Quélet), arišev sluzavac (*Suillus gravillei* (Koltz.) Singer) i zrnati sluzavac (*S. granulatus* (L. ex Fr.) Kunttze). Navedene vrste roda *Boletus* imaju gladak, a po vlažnom vremenu mazav klobuk, rod *Xerocomus* ima suh baršunast, samo kod nekih vrsta je za vlažnog vremena mazav (*X. badius*). Pronađene vrste iz roda *Leccinum* imaju suh i neproziran klobuk, utvrđene vrste iz roda *Suillus* imaju sluzav klobuk, *Gyrodon lividus* za vlažna vremena ima sluzav, a *Tylopilus feleus* suh i raspucan klobuk. Ispod kožice je meso klobuka čiji se najdonji sloj zove subhimenijalni sloj, iz kojeg izrasta himenij. Himenij se sastoji od cjevčica, okomitih i stisnutih jedna uz drugu (Božac, 2003). Pronađene vrste iz rodova *Boletus*, *Suillus* i *Gyrodon* imaju žuto-maslinaste cjevčice, dok bijelkastosive cjevčice imaju vrste gljiva iz roda *Leccinum*. Vrste gljiva iz roda *Xerocomus* imaju žuto-zelenkaste cjevčice dok ružičaste cjevčice ima vrsta iz roda *Tylopilus*. Kod svih pronađenih vrsta iz porodice *Boletaceae* cjevčice su ravno prirasle k stručku i neznatno niz njega silaze. Izuzetak je rod *Leccinum* kod kojeg su cjevčice bitno uz stručak sužene i tvore vrlo uočljivu brazdu. Cjevčice su okruglaste kod svih opisanih rodova, osim u roda *Suillus* gdje su većinom izduljene i višekutne.

Na klobuku se razlikuje kožica, jednoslojna ili dvoslojna koja prekriva površinu klobuka i daje mu boju. Unutar porodice *Boletaceae* rijetko nalazimo posve jednoboje klobuke. Njihov ton većinom je sastavljen od dviju ili više boja. Međutim, klimatski uvjeti mogu znatno utjecati na promjenu boje klobuka (mraz, suša, dugotrajne kiše) što otežava determinaciju (Božac, 2003).

#### Stručak

Gljive iz roda *Boletus* imaju trbušast stručak, mesnat, pun, sa izraženom mrežicom i čupkast, a postavljen je centralno u odnosu na klobuk bez vjenčića. Pronađene vrste iz roda *Xerocomus* imaju tanak stručak, posut sitnim pahuljicama, bez vjenčića. Utvrđene vrste iz roda *Leccinum* imaju zrnasto-čehav stručak, vitak, centralno smješten bez vjenčića. Vrste iz roda *Suillus* posjeduju vjenčić, stručak je pun i zrnasto točkast. *Gyrodon lividus* ima tvrd i tanak stručak, zakrivljen i posut prahom, ispod klobuka je širi, a *Tylopilus fellus* ima stručak prekriven sa rijetkom i duboko urezanom tamnom mrežicom, a prema dnu je zadebljan. Prema tome, ako se na stručku nalaze tamno obojene točkaste mrlje te ako postoji vjenčić radi se o gljivama iz roda *Suillus*, ako stručak ima istaknutu mrežicu, to je zasigurno rod *Boletus*. Ako na stručku nalazimo krupnija zrnca bijelih, žutih, narančastih i crvenih te smeđih i crnih boja, radi se o rodu *Leccinum*, a goli stručak ili samo sa uzdužnim jednako ili tamnije obojenim rebrima ukazuje da se radi o rodu *Xerocomus*.

#### Boja mesa

Većina vrsta opisanih u ovom radu mijenja boje mesa na zraku ili na dodir. Boju mesa mijenjaju u plavo *Boletus appendiculatus*, *B. calopus*, *B. fechtneri*, *B. poikilochromus*, *Xerocomus chrysenteron*, *X. subtomentosus*, *X. rubelius*, *Gyrodon lividus*, u crvenkasto *Leccinum aurantiacum*, *L. nigrescens*, *L. quercinum*, *Tylopilus fellus*, u ljubičasto *Leccinum griseum*, u sivo *Leccinum griseum* (nakon ljubičaste faze) i u crno *Leccinum nigrescens* (nakon crvene faze), *L. griseum* (nakon sive faze). Za razliku od spomenutih vrsta, *Boletus aereus*, *B. aestivalis*, *B. depilatus*, *B. impolitus*, *B. pinophilus*, *B. regius*, *Suillus granulatus*, *S. gravillei* i *Leccinum scarbum* na mijenjaju boju mesa. Promjena boje mesa nije vezana za otrovnost gljiva, nego je jedna od značajnijih fizioloških karakteristika koja nam pomaže pri determinaciji vrste (Božac, 2003).

#### Spore

Osnovu za razvoj svih vrsta gljiva pa tako i gljiva iz porodice *Boletaceae* predstavljaju njihovi rasplodni organi tj. spore, bazidije i cistide. Spore su vretenaste do izduljeno eliptične, najčešće u obliku opanka. Različite su im dimenzije, dužina 5-28 µm, širina 3-8,5 µm, imaju boju meda, a neke vrste su žute ili okersmeđe, cvenkaste, rijeđe zelenkaste ili sive. Oblik, boja i veličina spora važne su morfološke karakteristike za determinaciju gljiva. U tablici 1. prikazani su navedeni parametri za determinaciju vrsta pronađenih na Medvednici.

Tablica 1. Vrste iz porodice *Boletaceae* na Medvednici

Br.	Vrsta	Oblik spora	Boja spora	Veličina spora (µm)
1	<i>Boletus aereus</i>	vretenast	maslinasto-smeđa	11-15 x 4-5
2	<i>B. appendiculatus</i>	vretenast	uljano-smeđa	11-14 x 4-6
3	<i>B. calopus</i>	vretenast	maslinasto-žuta	10-16 x 4-6
4	<i>B. depilatus</i>	eliptično-vretenast	maslinasto-smeđa	12-15 x 5-6
5	<i>B. edulis</i>	vretenast	maslinasto-smeđa	12-14 x 4-5
6	<i>B. aestivalis</i>	eliptično-vretenast	maslinasto-smeđa	13-17 x 4-5
7	<i>B. fechtneri</i>	eliptično-vretenast	maslinasto-žuta	10-15 x 5-6
8	<i>B. impolitus</i>	eliptično-duguljast	smeđe-maslinasta	10-14 x 4-6
9	<i>B. pinophilus</i>	vretenast	blijedo medena	14-19 x 4-6
10	<i>B. poikilochromus</i>	eliptično-duguljast	maslinasta	12-14 x 4-5
11	<i>B. regius</i>	vretenast	žučkasta	10-15 x 4-6
12	<i>Leccinum quercinum</i>	eliptičan	zeleno-žučkasta	13-18 x 4-5
13	<i>L. aurantiacum</i>	vretenast	žuto-smeđa	12-17 x 3-5
14	<i>L. nigrescens</i>	eliptičan	blijedo žuta	11-19 x 5-8
15	<i>L. griseum</i>	vretenast	smeđe	10-20 x 5-8
16	<i>L. scarbum</i>	duguljaste	žučkaste	12-18 x 5-7
17	<i>Xerocomus rubellus</i>	eliptično-duguljast	uljano-smeđa	12-15 x 5-7
18	<i>X. chrysenteron</i>	vretenast	maslinasta	7-17 x 4-7
19	<i>X. subtomentosus</i>	vretenast	uljana	12-15 x 4-7
20	<i>Suillus granulatus</i>	vretenasto-duguljast	oker-žučkasta	7-10 x 3-5
21	<i>S. gravillei</i>	vretenast	svijetlo maslinast	6-10 x 3-4
22	<i>Gyrodon lividus</i>	eliptično-okruglast	maslinasta	4-8 x 3-5
23	<i>Tylopilus felleus</i>	vretenast	bjelkasto-crvena	12-15 x 4-6

### Stanište

Poznavanje staništa na kojem rastu pojedine vrste iz porodice *Boletaceae* također je jedan od važnih čimbenika za determinaciju vrsta gljiva, ali i za sagledavanje biološke raznolikosti nekog područja. Zbog toga su prilikom istraživanja bilježena staništa na kojima rastu gljive iz porodice *Boletaceae*. Pronađene vrste iz roda *Boletus* rastu u simbiozi s listopadnim drvećem: *Castanea sativa*, *Quercus spp.*, *Fagus sylvatica*, *Corylus avellana* kao i navedene vrste iz roda *Xerocomus*. Gljive iz roda *Leccinum* rastu u zajednici s *Carpinus betulus*, *Quercus spp.*, *Fagus sylvatica*. Dvije pronađene vrste iz roda *Suillus* rastu u simbiozi s *Pinus sylvestris* i *Larix decidua*. *Gyrodon lividus* raste na vlažnom dijelu ispod *Alnus glutinosa* i *Corylus avellana*, dok vrsta iz roda *Tylopilus* raste u crnogoričnim šumama zajedno sa *Picea abies* i *Pinus sylvestris*.

Analiza brojnosti vrsta gljiva iz porodice *Boletaceae* u konačnici pokazuje sljedeću sliku: najbrojniji rod je *Boletus* 11 vrsta – 47,82%, *Leccinum* 5 vrsta – 21,73%, *Xerocomus* 3 vrste – 13,04%, *Suillus* 2 vrste – 8,69% i rodovi *Gyrodon* i *Tylopilus* po 1 vrstu – 4,34% svaki. Unutar pronađenih vrsta gljiva dvije su nejestive ili otrovne: *Boletus calopus* i *Tylopilus felleus*. Ostale navedene vrste su jestive, izvrsne kakvoće i pripadaju u skupinu najkvalitetnijih gljiva (Božac, 2008). Možemo zaključiti da se na osnovu navedenih morfoloških karakteristika sa sigurnošću mogu utvrditi razlike između dvije ili više vrsta iste porodice ili roda.

### Zaključak

Svijet gljiva još uvijek krije mnoge nepoznanice, nedorečenosti, dvojnosti i opasnosti, ali u isto vrijeme je vrlo privlačan i zanimljiv. Medvednica je bogato šumsko područje s različitim visokim stablašicama s kojima vrganjevke žive u simbiozi. Poznavanjem građe klobuka i stručka, boje, oblika i veličine spora, konzistencije i boje mesa te njihovog simbiotskog načina života, može se na siguran način determinirati pojedinu vrstu kao osnovni biološki podatak za sagledavanje biološke raznolikosti. Zadiranjem u prirodu uglavnom se negativno djeluje na gljive koje imaju važnu ulogu u eko sustavu šuma. Rasprostranjenost i determinacija vrsta gljiva te njihova veza sa staništem osnovni su biološki podaci i temelj za sagledavanje biološke raznolikosti. Zbog toga je za očuvanje biološke raznolikosti nekog područja potrebno napraviti kartiranje gljiva, a to je moguće isključivo primjenom osnovnih bioloških podataka.



## Literatura

- Agueda B., Porlade J., De Miguel A.M., Martinez-Pena F. (2006). Characterization and identification of field of *Boletus edulis*. *Mycologia* 98:23-30.
- Bon M. (1988). *Pareys Buch der Pilze*. Verlag Paul Parey, Hamburg-Berlin.
- Borzan, Ž. (2001). *Imenik drveća i grmlja, Hrvatske šume p.o.* Zagreb, tisak Varteks d.d. PJ Varteks Varaždin, 485 str.
- Božac R. (2003). *Gljive morfologija, sistematika, toksikologija*. Školska knjiga, Zagreb.
- Božac R. (2008). *Enciklopedija gljiva 2*. Školska knjiga, Zagreb.
- Chevallier F.F. (1826). *Flore Generale des Environs de Paris*.1.p.248.
- Erica G.M., Rosso M., Traverso M. (1980). *I Boleti*, Sagep Editrice Genova.
- Hall I.R., Lyon A., Wang Y., Sinclair L. (1998). Ectomycorrhizal fungi with edible fruiting bodies *Boletus edulis*. *Econ. Bot.* 52:44-56.
- Marchand A. (1975). *Champignons du nord et du midi, Boletales et Aphyllophorales*. Perpignan.
- Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva (2005). *Prostorni plan Parka prirode Medvednica*. Grad Zagreb, Gradski zavod za prostorno uređenje, Zagreb.
- Singer J. (1965). *Die Röhrlinge, Teil I, Die Boletaceae*. Verlag Julius Klinkhardt, Bad Heilbrunn.
- Wang Y., Hall I.R. (2004). Edible ectomycorrhizal mushrooms: challenges and achievements. *Can J Bot.* 82:1063-1073.

sa2012\_0121

# The influence of crop rotation and different weed managements on leaf area and maize yield

Igor SPASOJEVIĆ<sup>1</sup>, Milena SIMIĆ<sup>1</sup>, Dušan KOVAČEVIĆ<sup>2</sup>, Vesna DRAGIČEVIĆ<sup>1</sup>,  
Željko DOLIJANOVIĆ<sup>2</sup>, Milan BRANKOV<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Maize Research Institute, Zemun Polje, Belgrade-Zemun, Serbia  
(e-mail: ispasojevic@mrizp.rs)

<sup>2</sup>Faculty of Agriculture, Belgrade-Zemun, Serbia

<sup>3</sup>Scholar of the Ministry of Education and Science of the Republic of Serbia,

## Abstract

The influence of crop rotation and different weed managements on leaf area and maize (*Zea mays* L.) yield was examined. The trial with split-plot design was set up during seasons of 2009-2011 on experimental field of Maize Research Institute "Zemun Polje", on slightly calcareous chernozem soil type. Experiment involved maize monoculture and two-year rotation of maize and winter wheat (*Triticum vulgare* L.). Hybrid ZP 677 was sowed during all three years, on maize field, while the wheat variety Takovčanka was sowed in the autumn of 2009 on field with two-year rotation. The different in-treatments were applied in maize crop: a) treatment with isoxaflutole + acetochlor herbicides (750 + 768 g a.i. ha<sup>-1</sup>); b) weed removing by manual cultivating; c) control - without cultivating and herbicides. The leaf area index (LAI) and maize yield were observed. In 2011, when the first rotation of maize and wheat was completed, LAI had the highest values of maize crop in two-year rotation in all in-treatments, what is 0.3 – 0.9 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup> higher than in monoculture. Besides, the higher maize yield was observed in two-year rotation in all in-treatments, too. It was around 1.1 – 2.2 t ha<sup>-1</sup> higher in relation to monoculture.

Key words: maize monoculture, maize-winter wheat rotation, leaf area index (LAI), maize yield

## Introduction

The crop rotation is practice which has wide spectra of action, if it is carried out properly. It is well known that rotation of maize with other crops could reduce harmful influences of plant diseases, pests and weeds on maize growth and yielding. Crop rotation which includes maize, small grain crops and legumes could repair soil quality and reduce its erosion. Even more, such rotation has positive impact on maize yield increase (Stranger and Lauer, 2008; Riedell et al., 2009).

High maize yield requires prompt and correct application of cropping practices, which include cultivation, fertilization, pest and weed control etc. with aim to achieve optimal plant density and as a consequence provide maximal efficiency of photosynthetic apparatus. From that point of view, leaf area is playing the crucial role in grain yielding, what is confirmed by Milošev et al. (2008) who ascertained that relation between leaf area, its size and grain yield could vary dependently of a range of different abiotic and biotic factors. The increase of plant density could have significant influence on grain yield, with no significant effect on leaf area size (Garcia and Kohashi, 1994). According to results of Modares et al. (1998) leaf area of different maize hybrids has greater values at optimal plant density.

The aim of experiment was to examine the influence of plant rotation, with application of different practices of weed control on associated increase of leaf area and grain yield.

## Material and methods

The experiment with split-plot design was setup at experimental field of Maize Research Institute “Zemun Polje” on slightly calcareous chernozem soil type in 2009. Three years of experiment included monoculture field and two-year rotation with maize and wheat. Deep ploughing, at 30 cm was performed in autumn, as well as the cultivation before sowing of maize or wheat. Hybrid ZP 677 was sowed on both fields, while wheat variety Takovčanka was sowed in autumn of 2009 on two-year rotation field. The amount of 30 t ha<sup>-1</sup> of manure was added in autumn on monoculture field and 20 t ha<sup>-1</sup> of manure was added on two-year rotation field after establishing of experiment. The same amount of manure was added in autumn of 2010. Every autumn, quantity of 150 kg ha<sup>-1</sup> of two-component mineral fertilizer MAP was added into both fields. Chemical soil analysis were done in stage of 5-6 leaves of maize every year and based on obtained results mineral nutrition was carried out in same stage. The plant sowing was performed in 3<sup>rd</sup> decade of April, with density of 59.500 plants ha<sup>-1</sup>, what was accomplished with distance of 70 cm between rows and 24 cm between maize plants in row.

In maize crop, regardless if it was monoculture field or rotation field, different in-treatments were prepared, which include different types of weed suppression practices. First in-treatment included combination of isoxaflutole + acetochlor herbicides in amount of 750 + 768 g a.i. ha<sup>-1</sup>. Second in-treatment included manual cultivation, while the third in-treatment was control, with free weed infestation. Every in-treatment had four replications.

The samples of three plants per replication for leaf area determination were collected from all experimental in-treatments and treatments. Leaf area was measured with LI-COR – 3100 area meter in after anthesis stage. Leaf area was expressed through leaf area index (LAI), which represents relation between leaf area and vegetation area of ground. Grain yield was measured at the end of a growing cycle and calculated with 14% of moisture.

Obtained data were statistically processed by the analysis of variance (ANOVA) with differences of means at the 0.05 probability level (LSD<sub>0.05</sub>).

## Meteorological conditions

Data present in Table 1 show that the highest difference in precipitation amount between 2009 and 2011 was in June and July. During this period, maize overtake stage of intensive growth, when plants have highest requirements for water. The average month temperatures were uniform during both years, with slightly higher temperatures present during period June-September of 2011.

Table 1. Average monthly air temperatures and monthly precipitation sums from April to September 2009 and 2011 in Zemun Polje.

Months	Precipitation (mm)		Temperature (°C)	
	2009	2011	2009	2011
April	6.0	14.9	16.2	14.6
May	34.0	89.6	19.8	17.3
June	153.0	26.2	21.1	22.4
July	79.0	44.0	24.0	24.2
August	45.0	66.0	24.5	24.8
September	4.0	32.6	21.0	21.6
Sum/Average	321.0	273.3	21.1	20.8

## Results and discussion

The differences between average values of leaf area index (LAI) and grain yield were insignificant between treatments, but differences between in-treatments were significant. The interaction between treatments and in-treatments was significant.

The LAI values presented in Table 2 in 2009 (starting year) varied slightly between in-treatments and treatments (monoculture and two-year rotation field), as it was expected. In 2011 lower LAI values were achieved on monoculture field, as well as in control in-treatment. The highest LAI value (4.007 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>) was observed in two-year rotation in in-treatment with manual cultivation, which was 0.7 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup> higher,

compared to same in-treatment in monoculture. Gul et al. (2009) has also underlined that manual cultivation is giving highest LAI values in maize. Opposite to control in 2009, where approximately identical values were obtained in both fields, the difference between monoculture and two-year rotation was present in 2011. On two-year rotation field in control LAI was  $0.9 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$  higher, compared to monoculture. The same trend was noticed also in in-treatment with herbicide application, but opposite to previous two in-treatments, difference between two-year rotation and monoculture was lesser, it was about  $0.3 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ . The obtained results indicate that crop rotation has positive impact on leaf area of maize plants. Wozniak (2008) also estimated statistically significant influence of crop rotation on leaf area of wheat.

**Table 2. The influence of crop rotation treatment and weed control (in- treatments) on LAI ( $\text{m}^2 \text{ m}^{-2}$ ) and grain yield ( $\text{t ha}^{-1}$ ) in 2009 and 2011**

In-treatments	2009					
	LAI ( $\text{m}^2 \text{ m}^{-2}$ )			Grain yield ( $\text{t ha}^{-1}$ )		
	Monocult.	Two-years rotation	Average	Monocult.	Two-years rotation	Average
Herbicides	3.653	3.462	3.558	11.6	12.64	12.12
Manual cult.	3.216	3.340	3.278	9.84	13.16	11.50
Control	2.405	2.469	2.437	8.32	10.29	9.31
Average	3.091	3.090	3.091	9.92	12.03	10.98
2011						
Herbicides	3.483	3.870	3.677	7.92	9.06	8.49
Manual cult.	3.305	4.007	3.656	6.66	8.85	7.76
Control	1.614	2.588	2.101	4.94	6.35	5.65
Average	2.801	3.488	3.145	6.51	8.09	7.30
LSD <sub>0.05</sub>	Treatment	In-treatm.	Treatm. x In-treatm.	Treatment	In-treatm.	Treatm. x In-treatm.
	0.73	0.43	0.39	2.56	2.46	2.32

Based on achieved grain yield, some production could be determined as successful or not. Grain yield, as the parameter, could vary under the influence of many agro-ecological factors, where meteorological factors could be considered as the most important. It is noticeable that in 2009 average yield had high value, in relation to 2011 (Table 2). Such results were achieved due to lower level of precipitation during June (Table 1). Additionally, in 2009, higher yield was noted in two-year rotation field, compared to monoculture (Table 2). The lowest grain yield was obtained on monoculture field in control, while the highest value was obtained on two-year rotation field in *in-treatment* with manual cultivation. Considering 2011, as year with relative lower precipitation level (Table 1) the lowest grain yield was noticed on monoculture field in control, while the highest yield was achieved on two-year rotation field in *in-treatment* with herbicides (Table 2)

Furthermore, the highest difference between monoculture and two-year rotation in same in-treatments was with manual cultivation ( $2.19 \text{ t ha}^{-1}$ ). The higher values of grain yield were also noticed on two-year rotation in the control and *in-treatment* with herbicides, where it was  $1.4$  and  $1.1 \text{ t ha}^{-1}$ , respectively, in comparison to monoculture. According to results of Higgs et al. (1990), cropping system which includes rotation of maize with other crops could increase grain yield up to 10-17%. Furthermore, cropping practices which include chemical control of weeds or their manual removal could also increase grain yield (Khan et al., 2002).

## Conclusions

Based on obtained results it could be confirmed that crop rotation has influence on maize LAI and grain yield. On fields, where crop rotation include maize and wheat, agro-environmental factors properly used. As the real effects of crop rotation could be noticed after several rotation cycles, it is necessary to continue research in next period.

## References

- Garcia B. and J. Kohashi (1994): Response to density, maximum yield and yield efficiency in maize cv. Oloton in the Chiapas, Mexico. *Turrialba* (44): 205 – 219.

## The influence of crop rotation and different weed managements on leaf area and maize yield

- Gul B., Khan B.M., Gul H., Khan A., Saima H and Khan I. A. (2009): Impact of tillage, plant population and mulches on biological yield of maize. *Pakistan Journal of Botany* (41): 2243-2249.
- Higgs, R. L., A. E. Peterson and W. H. Paulson (1990): Crop rotation: Sustainable and profitable. *J. Soil Water Conserve* (45): 68 – 70.
- Khan M. A., K. B. Marwat, G. Hassan and N. Khan (2002): Impact of weed management on maize (*Zea mays* L.) planted at night. *Pak. J. Weed Sci. Res.* 8: 57 – 61.
- Milošev D., Šeremešić S., and Kurjački I. (2008): Lisna površina i dinamika formiranja organske materije pšenice u zavisnosti od sistema ratarenja. *Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Zbornik radova. Sveska* (45): 207 – 213.
- Modares A. M., M. Djak, R. I. Hamilton, L. M. Dwyer, D. W. Stewart, D. E. Mather and D.L. Smith (1998): Leaf reduce stature maize hybrid response to plant population density and planting patterns in a short growing season area. *Maydica* (4): 227 – 234.
- Riedell W. E., Pikul J. L., Jr., Jaradat A. A. and Schumacher T. E. (2009): Crop rotation and nitrogen input effects on soil fertility, maize mineral nutrition, yield and seed composition. *Agronomy journal* (101): 870 – 879.
- Stranger T. F. and Lauer J.G. (2008): Corn grain yield response to crop rotation and nitrogen over 35 years. *Agronomy journal* (100): 643 – 650.
- Wozniak A. (2008): Influence of different share of spring wheat in crop rotation on leaf area index (LAI). *Acta agrophysica*, (12): 269 – 276.

### Acknowledgements

This study was supported by the Ministry of Education and Science of the Republic of Serbia. Project "Integrated Field Crop Production: Conservation of Biodiversity and Soil Fertility" (Reg. No. TR 31037)

sa2012\_0122

# Utjecaj temperature na fotosintetsku učinkovitost soje u fazi cvatnje

Marija ŠPOLJAREVIĆ<sup>1</sup>, Ivana MAKSIMOVIĆ<sup>2</sup>, Ivna ŠTOLFA<sup>3</sup>, Miroslav LISJAK<sup>1</sup>,  
Marina PUTNIK-DELIĆ<sup>2</sup>, Milan MIROSAVLJEVIĆ<sup>2</sup>, Tihana TEKLIĆ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet Osijek, Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Trg Svetog Trojstva 3, 31000 Osijek, Hrvatska

<sup>2</sup>Poljoprivredni fakultet Novi Sad, Sveučilište u Novom Sadu, Trg D. Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Srbija  
(e-mail: ivanam@polj.uns.ac.rs)

<sup>3</sup>Odjel za biologiju, Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Trg Svetog Trojstva 3, 31000 Osijek, Hrvatska

## Sažetak

Fotokemijski pokazatelji fotosustava II (Fo, Fm, Fv/Fm i Fv/Fo) su analizirani kako bi se ustanovio utjecaj različitih temperaturnih tretmana (10°C, 20°C i 30°C) na osjetljivost fotosustava u listovima dva kultivara soje (Tena, Zora) u fazi cvatnje, u kontroliranim uvjetima. Temperatura od 30°C kod ispitivanih genotipova je izazvala veći stres u odnosu na temperaturu od 10°C. Masa listova po biljci je na 30°C kod oba genotipa bila značajno manja kao i učinkovitost fotosustava II (Fv/Fm). Učinkovitost fotosintetskog transporta elektrona je kod Zore više varirala ovisno o temperaturi nego kod Tene. Obzirom da je kultivar Tena pokazao manju varijabilnost i kod morfoloških svojstava lista, može se zaključiti da je prema otpornosti na temperaturni stres u fazi cvatnje stabilniji genotip od Zore.

Ključne riječi: fotosintetska učinkovitost, kultivari, morfološki pokazatelji, soja, temperaturni stres

## The influence of temperature on soybean photosynthetic efficiency at flowering stage

### Abstract

The photosynthetic parameters of photosystem II (Fo, Fm, Fv/Fm and Fv/Fo) were analyzed in order to establish the influence of temperature treatments (10°C, 20°C i 30°C) on the susceptibility of photosystem in leaves of two soybean cultivars (Tena and Zora) at flowering stage, in controlled conditions. The temperature of 30°C caused more pronounced stress in tested genotypes as compared with 10°C. Foliage mass per plant was significantly lower in both genotypes at 30°C, as well as the efficiency of photosystem (Fv/Fm). The efficiency of electron transport chain varied depending on temperature, more in Zora than in Tena. Considering that cultivar Tena showed lower variability in leaf morphological parameters as well, it can be concluded that according to its tolerance to temperature stress in flowering stage, this genotype is more stable than Zora.

Key words: photosynthetic efficiency, cultivars, morphological parameters, soybean, temperature stress

### Uvod

U okviru oplemenjivačkih programa soje kontinuirano se provode testiranja odabranih genotipova (elitne oplemenjivačke linije i/ili novi kultivari) u usporedbi sa standardnim kultivarima po grupama zriobe u različitim okolinama (godina, lokacija), s ciljem procjene njihove stabilnosti i adaptabilnosti (Sudarić i sur., 2003.). Faza cvatnje je kod velikog broja biljnih vrsta kritična u pogledu zahtjeva biljke prema klimatskim

činiteljima poput temperature i vlage. Tijekom vegetacije za vrijeme ljetnih mjeseci, nakon vlažnog razdoblja kada naglo zatopli (temperature iznad 32°C) i nastane sušno vrijeme s intenzivnom insolacijom, na soji mogu nastati ožegline od jake insolacije (Vratarčić i Sudarić, 2009.).

Temperaturne promjene kojima su biljke izložene mogu imati za posljedicu poremećaj njihove sposobnosti da iskoriste apsorbiranu svjetlosnu energiju za fotokemijski rad, što dovodi do prekomjerne redukcije elektron transportnog lanca (Huner i sur., 1998.). To zatim može dovesti do fotoinhibicije fotosustava II (PSII) i povećanog stvaranja kisikovih radikala (Asada, 1994.). U kloroplastima postoji dinamička ravnoteža između oštećivanja i popravke oštećenja elektron transportnog lanca. Kada je brzina kojom se fotokemijski sustav oštećuje veća od brzine kojom se on regenerira dolazi do fotoinhibicije koja se ogleda u smanjenju odnosa između maksimalne i varijabilne fluorescencije (Fv/Fm), parametra koji se može mjeriti. Upravo zato do izbjegavanja fotoinhibicije može doći ili smanjivanjem brzine kojom se fotosustav oštećuje ili povećanjem brzine njegove regeneracije (Melis, 1999.). Omjer Fv/Fm daje procjenu maksimalne učinkovitosti PSII za iskorištenje kvantna svjetlosti (Butler, 1978.) i naširoko se koristi za otkrivanje poremećaja u fotosintetskom aparatu pod utjecajem različitih vrsta stresa. Naime, smanjenje Fv/Fm može biti posljedica usporavanja procesa gašenja fluorescencije i fotooštećenja reakcijskih centara fotosustava II, što sve skupa smanjuje maksimalnu učinkovitost kvantna u fotokemijskom sustavu FSII.

Cilj ovog rada je bio utvrditi koja od ekstremnih temperatura (10°C ili 30°C) primjenjenih u fazi cvatnje soje, dovodi do većih promjena u funkcioniranju fotosustava II, kao i ustanoviti da li postoje razlike u reakciji fotosustava kultivara Tene i Zore. Istovremeno, analizirana su i neka morfološka svojstva listova soje, odnosno njihova povezanost s fotosintetskim pokazateljima.

### Materijal i metode

U istraživanjima su korištena dva kultivara soje (Tena i Zora) proizvedena na Poljoprivrednom institutu u Osijeku. Sjeme je zasijano 2011. godine u plastične posude volumena 0,5 L napunjene tлом (karbonatni černoze), u uobičajenim terminima sjetve. Biljke su uz zalijevanje po potrebi, uzgajane na otvorenom prostoru do faze cvjetanja. Početkom cvatnje biljke su premještene u klima komoru na različite temperaturne tretmane. Skupina biljaka izložena optimalnoj konstantnoj temperaturi od 20°C tijekom 72 sata predstavlja kontrolnu skupinu dok su dvije skupine podvrgnute temperaturi od 10 i 30°C. Nakon provedenih tretmana analizirani su morfološki pokazatelji iz kojih su izračunati broj troliski po biljci, masa listova po biljci i prosječna masa troliske. Mjerenje parametara fluorescencije je provedeno u uvjetima ambijentalne koncentracije O<sub>2</sub> i CO<sub>2</sub>, na sobnoj temperaturi. Nakon prethodne adaptacije na uvjete mraka tijekom 15 minuta, listovi soje su osvjetljavani aktinskom svjetlošću (Philips 131 65 halogen lamp 35 W/14V) s 200 μmola fotona m<sup>-2</sup>s<sup>-2</sup> tijekom 5 ms, koristeći Plant Stress Meter (PSM Chlorophyll Fluorometer, Biomonitor S.C.I. AB, Umeå, Sweden; Öquist and Wass, 1988). Statistička analiza rezultata istraživanja je provedena pomoću dvofaktorijalne analize varijance (faktor A – kultivar, B – tretman 10, 20, 30°C) i F testa značajnosti primijenjenih tretmana te LSD testa, koristeći statistički paket SAS.

### Rezultati i rasprava

Maksimalni kvantni prinos PSII, Fv/Fm, je kod obje sorte soje bio najviši na 10°C i najniži na 30°C, s tim što razlike na 10°C i 20°C nisu bile statistički značajne kod Tene ali jesu kod Zore (tablica 1). Između Tene i Zore nisu bile značajne razlike kada je kvantni prinos upoređivan na istoj temperaturi. Fluorescencija u odsustvu aktinske svjetlosti (minimalna razina fluorescencije, Fo), bila je značajno najviša na 30°C. Na ovoj temperaturi je Fo čak bila značajno viša kod Zore nego kod Tene pri P≤0,05. Povećanje Fo je indikator fotoinhibicije u uvjetima visokih (Gamon i Pearcy, 1990.) i niskih (Groom i Baker, 1992.) temperatura. Između Fo na 10°C i 20°C nije bilo statistički značajnih razlika, ni između genotipova. Prosječna vrijednost maksimalne fluorescencije, Fm, bila je značajno najviša na 30°C i najniža na 20°C, kod obje sorte. Odnos između varijabilne i početne fluorescencije, Fv/Fo, bio je kod oba genotipa značajno različit na sve tri temperature – najviši na 10°C i najniži na 30°C. U cjelini, na parametre fluorescencije je veći utjecaj imala temperatura nego genotip. Iz eksperimentalnih rezultata proizilazi da Tena bolje podnosi 10°C od Zore, kao i da je pokazatelj Fv/Fo osjetljiviji od Fv/Fm kada se radi o utjecaju temperature na fluorescenciju soje, a Fv/Fm kada se radi o genotipskim razlikama u reakciji na temperaturne tretmane.

Tablica 1. Učinak temperaturnih tremana na Fo, Fm, Fv/Fm i Fv/Fo u intaktnim listovima soje (<sup>a,c</sup> LSD test,  $P \leq 0,05$ ; <sup>a,c</sup> LSD test,  $P \leq 0,01$ ; za Fv/Fm i Fv/Fo rezultat LSD testa je isti za  $P \leq 0,05$  i  $P \leq 0,01$ ).

Kultivar	Temperatura	Fo	Fm	Fv/Fm	Fv/Fo
Tena	20 °C	0,261 <sup>C b</sup>	1,253 <sup>D c</sup>	0,793 AB	3,807 B
	10 °C	0,255 <sup>C b</sup>	1,293 <sup>CD bc</sup>	0,804 A	4,112 A
	30 °C	0,345 <sup>B a</sup>	1,433 <sup>AB a</sup>	0,759 C	3,169 C
Zora	20 °C	0,254 <sup>C b</sup>	1,200 <sup>D c</sup>	0,788 B	3,732 B
	10 °C	0,268 <sup>C b</sup>	1,386 <sup>BC ab</sup>	0,806 A	4,169 A
	30 °C	0,365 <sup>A a</sup>	1,490 <sup>A a</sup>	0,752 C	3,102 C
LSD	$P \leq 0,05$	0,015	0,095	0,015	0,123
	$P \leq 0,01$	0,021	0,132	0,021	0,166

Uobičajen odgovor biljaka osjetljivih na niže temperature je brza inhibicija fotosinteze (Ort, 2002.), koja, čak i pri umjerenom intenzitetu svjetla može imati za posljedicu usporavanje aktivnosti i fotooštećenje PSII. Stres izazvan visokim temperaturama može također ograničiti rast usjeva i prinos biljaka (Boyer, 1982.). Inaktivacije PSII i dezorganizacija tilakoida se smatraju ključnim obilježjima stresa izazvanog visokim temperaturama, koje prati nagli porast Fo koja je zavisna od temperature i ukazuje na kritičnu temperaturu za inaktivaciju PSII (Smillie i Nott, 1979., Havaux, 1993.). U ovom pokusu je kod oba kultivara Fo bila značajno veća a Fv/Fm značajno manja na 30°C u odnosu na 20°C.

Temperatura kojoj su biljke bile izložene 3 dana u fazi cvatnje je prema F testu vrlo značajno utjecala na konačan broj troliski po biljci ( $P=0,0015$ ), masu listova po biljci ( $P=0,0019$ ) i prosječnu masu troliske ( $P=0,0047$ ; tablica 2). Prema LSD testu razlike u sva tri pokazatelja između kontrole (20°C) i visoke (30°C) odnosno niske temperature (10°C) su bile značajne na razini  $P \leq 0,05$ . Prema značajno manjim vrijednostima ovih morfoloških pokazatelja na višoj odnosno nižoj temperaturi od optimalne, može se reći da su primjenjeni temperaturni tretmani izazvali stres. Pri tomu, razlika u masi troliske kod biljaka na 10°C odnosno 30°C nije bila značajna. Broj troliski po biljci i masa listova po biljci su bile značajno veće na 10°C u usporedbi s 30°C, što znači da je temperatura od 30°C dovela do propadanja jednog dijela razvijenih troliski odnosno listova, u prosjeku za obje ispitivane sorte. U prosjeku za sve primjenjene temperaturne tretmane, sorta Tena je imala značajno veće vrijednosti sva tri morfološka pokazatelja.

U odnosu na primjenjene temperaturne tretmane, kod sorte Tena nije bilo značajnih razlika u masi troliske, iako je najveća masa utvrđena na optimalnoj temperaturi. Značajno manja masa troliske na niskoj, a naročito na visokoj temperaturi, u usporedbi s kontrolom na 20°C je izmjerena kod sorte Zora. Broj troliski po biljci se kod obje sorte smanjio na ekstremnim temperaturama, naročito na 30°C ali kod sorte Tena razlika između 10 i 30°C nije bila značajna. U pogledu mase listova po biljci, kod sorte Tena je značajno manja masa u odnosu na optimalnu temperaturu utvrđena na 30°C, a kod sorte Zora je taj pokazatelj bio značajno manji i na 10 i na 30°C, u odnosu na kontrolu.

Tablica 2. Značajnost utjecaja kultivara i temperature na morfološke pokazatelje soje u fazi cvatnje (<sup>a,c</sup> LSD test,  $P \leq 0,05$ ; <sup>a,c</sup> LSD test,  $P \leq 0,01$ )

Kultivar		Broj troliski po biljci	Masa listova po biljci	Masa troliske
Kultivar	Tena	5,083 <sup>A a</sup>	2,840 <sup>A a</sup>	0,554 <sup>A a</sup>
	Zora	4,741 <sup>B a</sup>	2,402 <sup>B a</sup>	0,504 <sup>B b</sup>
F test - kultivar		6,01	11,40	16,14
$P$ -kultivar		0,0497	0,0149	0,0070
Temperatura	20 °C	5,493 <sup>A a</sup>	3,163 <sup>A a</sup>	0,574 <sup>A a</sup>
	10 °C	4,908 <sup>B ab</sup>	2,569 <sup>B b</sup>	0,521 <sup>B ab</sup>
	30 °C	4,335 <sup>C b</sup>	2,131 <sup>C b</sup>	0,492 <sup>B b</sup>
F test - temperatura		23,00	21,23	14,90
$P$ -temperatura		0,0015	0,0019	0,0047
F test - interakcija		4,71	0,56	2,89
$P$ - interakcija		0,0588	0,5999	0,1322

Prema biološkom konceptu, stabilan genotip odlikuje manja varijabilnost fenotipske ekspresije svojstva u svim istraživanim okolinama, odnosno genotip ne pokazuje odstupanje od očekivane visine svojstva



promjenom okoline (Sudarić i sur., 2003.). U ovom istraživanju, masa listova po biljci je na 30°C kod oba genotipa bila statistički značajno manja kao i učinkovitost fotosustava II (Fv/Fm). Učinkovitost fotosintetskog transporta elektrona i morfološki pokazatelji na razini lista su kod Zore više varirali na tri primjenjena temperaturna tretmana nego kod Tene. Obzirom da je kultivar Tena pokazao manju varijabilnost i morfoloških svojstava, može se zaključiti da je prema otpornosti na temperaturni stres u fazi cvatnje stabilniji genotip od Zore. Rezultati istraživanja Jukić i sur. (2010.) ukazuju na mogućnost povećanja prinosa zrna soje pravilnim odabirom sorte i skupine zriobe ovisno o mikroklimatskim osobinama pojedinog proizvodnog područja. Stoga bi ispitivane genotipove soje trebalo testirati na klimatski različitim lokalitetima i godinama (interakcije genotipa, lokaliteta i godine), kako bi se provjerile utvrđene razlike u mjerenim pokazateljima fotosintetske učinkovitosti i ocijenio njihov značaj u tvorbi prinosa zrna.

### Zaključci

U ovom istraživanju, masa listova po biljci je na 30°C kod kultivara soje Tena i Zora bila statistički značajno manja kao i učinkovitost fotosustava II (Fv/Fm) u odnosu na 10°C i 20°C (kontrola). Pokazatelj Fv/Fo se u ovom pokusu pokazao osjetljivijim od Fv/Fm kada se radi o utjecaju temperature na fluorescenciju soje, a Fv/Fm kada se radi o genotipskim razlikama u reakciji na temperaturne tretmane. Učinkovitost fotosintetskog transporta elektrona i morfološki pokazatelji na razini lista su kod Zore više varirali na tri primjenjena temperaturna tretmana nego kod Tene. Obzirom da je kultivar Tena pokazao manju varijabilnost i morfoloških svojstava, može se zaključiti da je prema otpornosti na temperaturni stres u fazi cvatnje stabilniji genotip od Zore.

### Literatura

- Asada K. (1994). Production and action of active oxygen species in photosynthesis tissues. in Causes of Photooxidative Stress and Amelioration of Defense Systems in Plants. eds Foyer CH, Mullineaux PM (CRC Press Boca Raton, FL), pp 77–104.
- Boyer J. (1982). Plant productivity and the environment. *Science* 218:443–448.
- Butler WL. (1978). Energy distribution in the photochemical apparatus of photosynthesis. *Annual Review of Plant Physiology* 29:345–378.
- Gamon, J.A., Pearcy, R.W., (1990.) Photoinhibition in *Vitis californica*: The role of temperature during high-light treatment. *Plant Physiology*. 92:487–494.
- Groom Q.J., Baker N.R. (1992). Analysis of light-induced depressions of photosynthesis in leaves of a wheat crop during the winter. *Plant Physiology* 100:1217–1223.
- Havaux M. (1993). Rapid photosynthetic adaptation to heat stress triggered in potato leaves by moderately elevated temperatures. *Plant, Cell and Environment* 16:461–467.
- Huner N.P.A., Öquist G., Sarhan F. (1998). Energy balance and cold acclimation to light and cold. *Trends in Plant Science* 3:224–230.
- Jukić G., Čupić T., Marić S., Jukić R., Teodorović R. (2010). Utjecaj agroekoloških uvjeta na prinosa zrna soje. *Sjemenarstvo* 27(3-4):103-112.
- Melis A. (1999). Photosystem-II damage and repair cycle in chloroplast: What modulates the rate of photodamage in vivo? *Trends in Plant Science* 4:130–135.
- Öquist G., Wass R. (1988). A portable microprocessor operated instrument for measuring chlorophyll fluorescence kinetics in stress physiology. *Physiologia Plantarum* 73:211–217.
- Ort D.R. (2002). Chilling-induced limitations on photosynthesis in warm climate plants: contrasting mechanisms. *Environmental Control in Biology* 40:7–18.
- Smillie R.M., Nott R. (1979). Heat injury in leaves of alpine, temperate and tropical plants. *Australian Journal of Plant Physiology* 6:135–141.
- Sudarić A., Vratarić M., Duvnjak T., Klarić J. (2003). Fenotipska stabilnost uroda zrna nekoliko OS-kultivara soje. *Poljoprivreda* 9(2):5-11.
- Vratarić M., Sudarić A. (2009). Abiotski činitelji u proizvodnji soje. *Glasnik zaštite bilja* 5:67-76.

sa2012\_0123

# The rainfall and temperature regime in agro-climatic areas of Bačka

Dragica STOJILJKOVIC<sup>1</sup>, Gordana ŠEKULARAC<sup>2</sup>, Milica RAJIĆ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Agriculture, Square Dositej Obradovic 8, 21 000 Novi Sad, Serbia  
(e-mail. dragica@polj.uns.ac.rs)

<sup>2</sup>University of Kragujevac, Faculty of Agronomi, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia

## Abstract

The rainfall regime in 3 agro-climatic areas of Bačka of Vojvodina Province covering the period 1966-2009 year was estimated in this study. This period was marked by the uniformity of annual rainfall distribution relative to the occurrence of two maximal and minimal average monthly rainfalls. The monthly distributions was explored by means of box-whisker diagram on the base of median ( $M_e$ ) upper ( $Q_3$ ) and lower quartiles ( $Q_1$ ) and interquartile range that is a measure of dispersion of the central portion of a distribution ( $I_Q = Q_3 - Q_1$ ). Not pronounced trend of precipitation for the analyzed period is detected. But, the results show high temperature variability in the winter months.

Key words: agro-climatic region, temperature, rainfall, Bačka

## Introduction

Vojvodina is the northern part of Serbia. It belongs to the southern border of the Pannonian Basin. Time precipitation regime is uniform Spatial precipitation regime is different. On the basis of characteristics of microclimate distinguishes six agro-climatic regions. The paper analyzed the precipitations, temperatures and rain factor of 3 meteorological stations and the average value of Bačka region of Vojvodina Province for the period of analysis from 1966 to 2009 (fig.1).

## Materials and methods

This paper analyzes the time series of precipitation and temperature from 3 meteorological stations and 3 agro climatic area for the period 1966 - 2009. Calculation of monthly average values of rainfall on the base of time series data for the Bačka aims to establish a measure of the size and changes of rainfall during the year for individual weather stations. The relative fluctuations (R) are calculated with the formulae:

$$R = (P_{\max} - P_{\min}) / P_{\text{sum}} \times 100\% \quad [1]$$

where:

R - relative fluctuation of rainfall

$P_{\max}$  - average monthly maximum of rainfall

$P_{\min}$  - average monthly minimum of rainfall

$P_{\text{sum}}$  - annual sum of rainfall

The monthly distributions was explored by means of Box-Whisker and Whisker diagrams on the base of median ( $M_e$ ) upper ( $Q_3$ ) and lower quartiles ( $Q_1$ ) and interquartile range that is a measure of dispersion of the central portion of a distribution ( $I_Q = Q_3 - Q_1$ ) (Heiberger et al., 2004). This diagram is very useful in establishing skewness of the distribution and presence of outlier and extreme values. The outlier is defined as the value outside the range of ( $Q_1 - 1.5 \cdot I_Q$ ,  $Q_3 + 1.5 \cdot I_Q$ ), and the extreme value is the value outside the range of ( $Q_1 - 3 \cdot I_Q$ ,  $Q_3 + 3 \cdot I_Q$ ).

## The rainfall and temperature regime in agro-climatic areas of Bačka

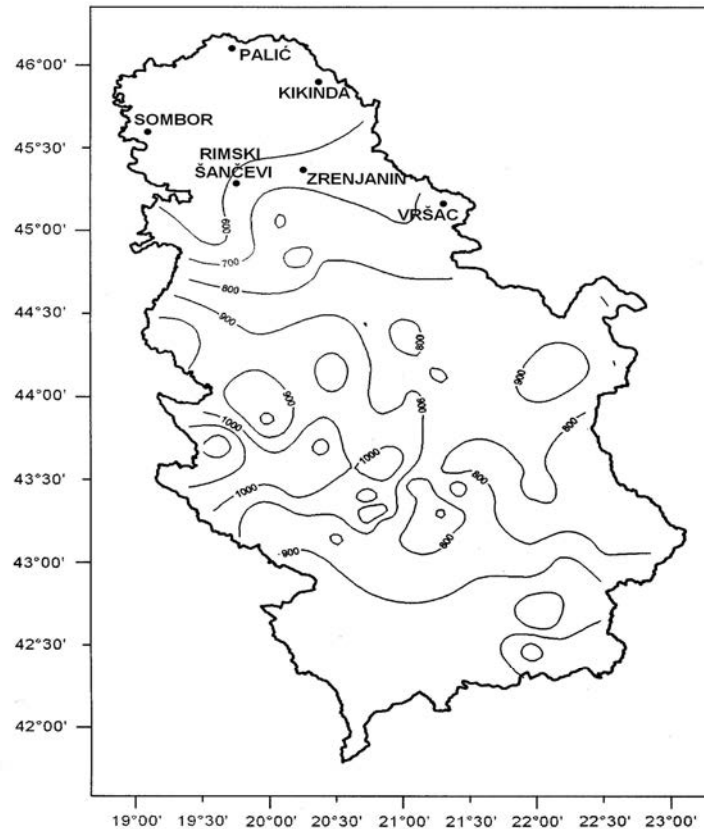


Figure 1. Map with an average annual rainfall in Serbia and locations of meteorological stations in Vojvodina (MS Palić, MS Sombor and MS R. Šančevi of Bačka area)

### Results and discussion

An annual average precipitation for the area of Vojvodina based on six meteorological stations (Palić, Sombor, Rimski Šančevi, Kikinda, Zrenjanin and Vršac) is 596.9 mm. The primary annual maximum rainfall is in June with an average rainfall of 83 mm. Secondary maximum in this period in November with 48.2 mm (Stojiljkovic, Sekularac, 2010). The primary minimum is expressed in February with the amount of rainfall of 32.3 mm. Secondary annual minimum was recorded in October of 44.2 mm. The average relative fluctuation of rainfall is  $R = 8.4\%$  (Figure 1).

The average annual temperature in Vojvodina for the analyzed period is  $11.2^{\circ}\text{C}$ . Average temperatures are seasonal: the maximum is always in July, with air temperature of  $21.5^{\circ}\text{C}$ . Minimum average monthly temperatures in January and amounted to  $-0.25^{\circ}\text{C}$ .

*MS Palić*: is a meteorological station (MS) for agro-climatic region of northern Bačka. An annual average precipitation is 562.4 mm. The primary annual maximum rainfall in June (figure 3) with an average rainfall of 76.2 mm is 6.8 mm less than the average for the Vojvodina Province. Secondary maximum in this period was in November with 46.2 mm (Stojiljkovic, Sekularac, 2010). The primary minimum is expressed in February with the amount of rainfall of 30.6 mm, which is lower than the average by 1.7 mm of Vojvodina. Secondary annual minimum was recorded in October of 38 mm and it is less than the average by 6.2 mm. The relative fluctuation of rainfall is  $R = 8.1\%$ . The obtained results of Kruskal- Wallis test are:  $KW-H(11,528) = 72.3945^{**}$ ,  $p = 0.0000$ . As the value of  $p < 0.01$  it is obvious that high significant statistical difference exist. Significant variations of precipitation is in June, November and December (Figure 2a).

The average annual temperature is  $11^{\circ}\text{C}$  in Palić. Average temperatures are seasonal: the maximum is always in July, with air temperature of  $21.6^{\circ}\text{C}$ , and the minimum is always in January to  $-0.7^{\circ}\text{C}$ . Significant variations of temperature is in January, February, November and December (Figure 2b).

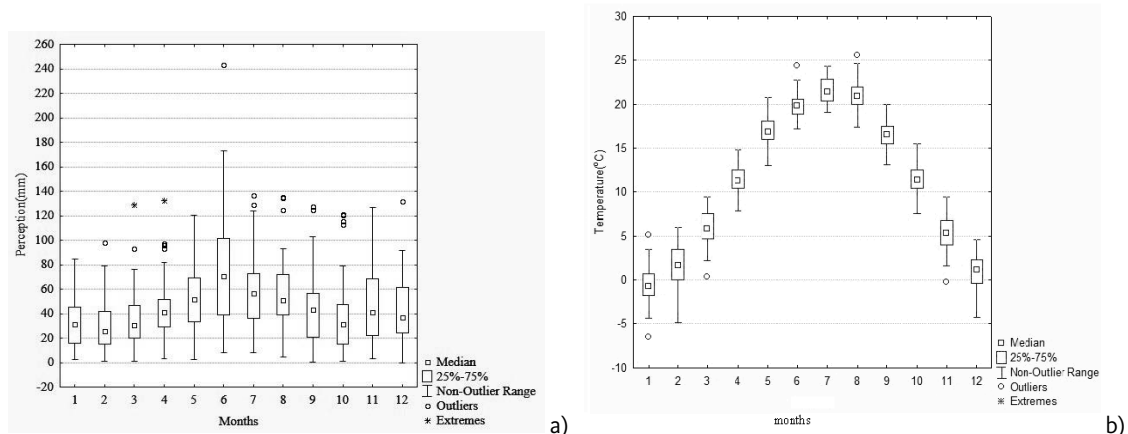


Figure 2. Box-Whisker diagram of average and extreme precipitation (mm) and temperatures for the hydrological year MS Palić (period 1966.-2009.)

*MS Sombor*: is representative of the agro-climatic regions of western Bačka. For the analyzed period the average annual rainfall is 597 mm. Primary maximum rainfall in June to 79 mm, a decrease of 4.0 mm from the norm of Vojvodina. Secondary maximum of precipitation in this period was 53.1 mm in November. Primary minimum of annual rainfall was in February with a height of 31.0 mm, which is lower than the average by 1.3 mm. Secondary minimum was in October with the amount of rainfall 47.8 mm. The relative fluctuation of rainfall is  $R = 8.0\%$ .

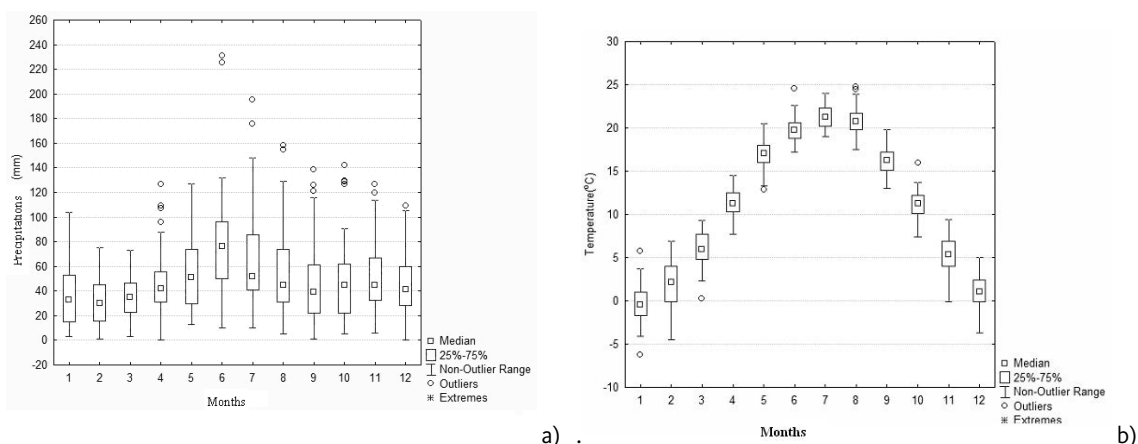


Figure 3. Box-Whisker diagram of average and extreme precipitation (mm) and temperatures for the hydrological year MS Sombor (period 1966.-2009.)

The obtained results of Kruskal-Wallis test are:  $KW-H(11,528) = 74.1128^{**}$ ,  $p = 0.0000$ . As the value of  $p < 0.01$  it is obvious that high significant statistical difference exist. Significant variations of precipitation is from May to October (Figure 3a).

The average annual temperature in the Sombor area is 10.9°C. Average temperatures are seasonal: the maximum is always in July with an average air temperature of 21.4°C and minimum monthly temperature in January is -0.4°C. Significant variations of temperature is in February, November and December (Figure 3b).

*MS Rimski Šančevi*: Was performed to analyze the period-average annual rainfall is 630.8 mm. The primary annual maximum rainfall is in June with an average rainfall of 91.4 mm and 8.4 mm higher than the average for Vojvodina Province. Secondary maximum in this period is in October to 53.3 mm. The primary minimum is expressed in February with the amount of rainfall of 32.9 mm and larger than the average of 0.6 mm. Secondary annual minimum was recorded in September of 46.1 mm and less than the average by 2.1

## The rainfall and temperature regime in agro-climatic areas of Bačka

mm of Vojvodina. The relative fluctuation of rainfall is  $R = 9.3\%$ . The obtained results of Kruskal- Wallis test are:  $KW-H(11,528) = 82.8183^{**}$ ,  $p = 0.0000$ . As the value of  $p < 0.01$  it is obvious that high significant statistical difference exist. Significant variations of precipitation is from July, August, September and October (Figure 4a).

The average annual temperature is  $11.2^{\circ}\text{C}$ . Average temperatures are seasonal: the maximum is always in July, with air temperature of  $21.5^{\circ}\text{C}$ . Minimum monthly temperature in January is  $-0.1^{\circ}\text{C}$ . Significant variations of temperature is in February and March (Figure 4b).

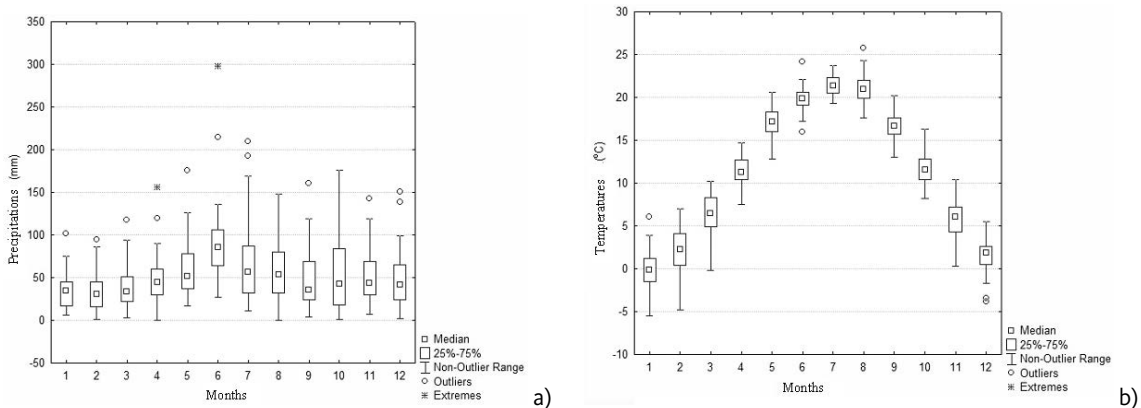


Figure 4. Box-Whisker diagram of average and extreme precipitation (mm) and temperatures for the hydrological year MS Rimski Šančevi (period 1966.-2009.)

## Conclusion

At the basis of temperature and precipitation analysis during period 1966-2009 for agro climatic region of Bačka it could be concluded:

1. The highest average monthly rainfall depth is recorded in June (76.2-91.4mm) and the lowest in February (30.6-32.9 mm) for all three meteorological stations.
2. Annual sum of precipitations are less approximately 9.5 % for MS Palić (562.4mm), equal to average for MS Sombor (597mm) and bigger about 5% for MS Rimski Šančevi (631 mm) in comparison with average value for Vojvodina Province (597mm).
3. Kruskal- Wallis test of rainfall are obtained: for Ms Palić  $72.3945^{**}$ , MS Sombor  $74.1128^{**}$  and MS Rimski Šančevi  $82.8183^{**}$ . As the value of  $p < 0.01$  it is obvious that high significant statistical difference exist.
4. High variability at the beginning and at the end of the year (winter months) are obtained by the analysis of air temperature shown by interquartile differences (diagrams of Box-Whisker) .

## References

Meteorological Service of Serbia: Meteorological Annual 1966-2009.

Heiberger RM, Holland B. (2004). Statistical Analysis and Data Display. An Intermediate Course with Examples in S-Plus, R, SAS. Springer, New York.

Stojiljković D., Šekularac G. (2010). Režim padavina u dva agroklimatska reona. *Proceeding 15th Conference on biotechnology. proceedings of the conference organized by University of Kragujevac*, Došković V. (ed), Faculty of Agronomy Čačak, Publication No 15. (17, 2010): 1009-1014. Čačak, Serbia: Faculty of Agronomy Čačak.

sa2012\_0124





Section

## 2 Proceedings

Agricultural Economics and Rural Sociology

47  
Hrvatski

7  
Međunarodni  
Sympozij  
Agronoma

### Zbornik radova

Agroekonomika i agrosociologija





# Upravljanje sigurnošću i kvalitetom hrane u poljoprivredno-prehrambenom proizvodnom lancu – stanje u Hrvatskoj

Danijel RUKAVINA<sup>1</sup>, Josip TUTAVAC<sup>2</sup>, Ingrid BAUMAN<sup>3</sup>, Siniša SREČEĆ<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Zagrebačka Županija, Ulica grada Vukovara 72/V, 10000 Zagreb, Hrvatska

<sup>2</sup> Agrofructus d.o.o. Tisno 42, 20355 Opuzen, Hrvatska

<sup>3</sup> Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Perottijeva 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

<sup>4</sup> Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Milislava Demerca 1, 48260 Križevci, Hrvatska

(e-mail: ssrecec@vguk.hr)

## Sažetak

U ovom radu obrađuje se osobitosti poljoprivredno-prehrambenog lanca i rizici od prehrambenih incidenata uzrokovanih djelovanjem bioloških, kemijskih i fizikalnih čimbenika u proizvodnji hrane. Posebno se obrađuje veza između pojedenih sustava upravljanja kvalitetom i sigurnošću u poljoprivredno-prehrambenom proizvodnom lancu i njihov utjecaj na vanjske i unutarnje attribute hrane. S aspekta poljoprivredne proizvodnje posebno se obrađuje učinak GGAP (Global Good Agricultural Practice, Globalna dobra poljoprivredna praksa) sustava, koji se od 2006. godine implementira u Republici Hrvatskoj. Implementacija GGAP sustava najviše se odražava na bolju usklađenost s propisima i na organizacijsku efikasnost. Učinak na poboljšanje komunikacije, povećanje prihoda i povećanje prodaje je osrednji. Očekivanja proizvođača koji planiraju skupnu certifikaciju svoje proizvodnje po GGAP sustavu koju objedinjuje njihova zadruga podudaraju se s percepcijama zaposlenika i menadžmenta dviju organizacija koje su implementirale GGAP sustav.

Ključne riječi: poljoprivredno-prehrambeni proizvodni lanac, upravljanje rizicima, sljedivost, prehrambeni incidenti, sigurnost hrane

## Food safety and quality management in agro-food production chain – situation in Croatia

### Abstract

This paper deals with characteristics of agro-food production chain and risks of food incidents caused by biological, chemical and physical hazards in food production and linkage between different quality systems management in agro-food production chain. Considering agricultural production GGAP (Global Good Agricultural Practice) is most suitable quality and risk management system, whose implementation started in Croatian agriculture since 2006. In a short time implementation of GGAP caused many positive effects, such as: better compliance with international regulations and better efficiency of organization. However, effects of GGAP implementation on improvement of communication, increasing of sale and incomes are moderate. Expectations of farmers who are planning their activities in implementation and certification of GGAP completely correspond with perception of employees and management in companies who already implemented and certified their organizations according to GGAP standards.

Key words: agro-food production chain, risk management, traceability, food incidents, food safety

## Uvod

Često, kada se govori o integracijskim procesima, a vezano uz pristupanje Europskoj Uniji, položaju hrvatske poljoprivrede u Europskoj Uniji, misli se uglavnom na sustav kvota i na konkurentnost hrvatske poljoprivrede u europskom okružju. U velikom broju slučajeva, takva razmišljanja izazivaju određenu sumnju u konkurentnost domaće poljoprivredne proizvodnje u uvjetima koji su definirani Zajedničkom agrarnom politikom Europske Unije (Brassley i Lobley, 2003). Međutim, u malom broju slučajeva promišlja se o drugim pitanjima s kojima će se susresti hrvatska poljoprivreda, a koja će se izravno odraziti na konkurentnost hrvatske poljoprivredne proizvodnje. Jedno od tih pitanja, svakako je i upravljanje kvalitetom i sigurnošću u poljoprivredno-prehrambenom i distributivnom lancu (Van der Meulen i Van der Velde, 2006).

Svrha ovog rada je ukazati na nužnost implementacije nekih od sustava upravljanja sigurnošću i kvalitetom hrane u poljoprivredno-prehrambenom i distributivnom lancu, kako bi se spriječili prehrambeni incidenti uslijed djelovanja različitih fizikalnih, kemijskih i bioloških agensa. Cilj rada je ukazati na moguće povećanje konkurentnosti uvođenjem sustava Globalne poljoprivredne prakse (engl. Global Good Agricultural Practice, kratica: GGAP) u hrvatsku poljoprivrednu proizvodnju, kako bi se osigurala sljedivost (engl. traceability) prehrambenih proizvoda i zadovoljili uvjeti koje pred dobavljače i/ili poljoprivredne proizvođače stavlja, ne samo, hrvatska i europska prehrambena industrija, već i distributeri prehrambenih proizvoda.

## Materijali i metode

U radu je dan pregled dosada objavljenih radova i dostupnih literaturnih izvora, kao i važećih normi i uputa za implementaciju pojedinih sustava upravljanja kvalitetom i sigurnošću hrane na osnovu kojih je provedena i analiza anketnih istraživanja ocjene pokazatelja učinkovitosti GGAP sustava. Istraživanja su provedena u dvije organizacije koje su uvele sustav i u jednoj koja je u postupku uvođenja GGAP sustava (Rukavina, 2011). Jedna od organizacija koje su uvele GGAP sustav bavi se proizvodnjom jabuka i pripada kategoriji velikih tvrtki, čime je bila sposobna uvesti ga samostalno, dok je druga tvrtka, koja se bavi organizacijom proizvodnje i otkupom mandarina, provela je skupnu certifikaciju. Treća organizacija (poljoprivredna zadruha) također planira provesti skupnu akreditaciju svojih proizvođača. Analiza rezultata ankete izvršena je uporabom SMT alata za donošenje odluka u interaktivnom i strateškom upravljanju (engl. Interactive Strategic Management) (Van den Ham i Postma, 2004; Srećec i sur., 2008).

## Rezultati i rasprava

Poznato je da danas samo tri grupe poljoprivrednih proizvoda dolaze na tržište u svježem, odnosno neprerađenom stanju. To su: svježe voće i povrće i konzumna jaja. Međutim, iako na tržište dolaze u svježem stanju oni dolaze u distribucijske centre uglavnom kao konfekcionirani i ambalažirani prehrambeni proizvodi. Svi ostali poljoprivredni proizvodi moraju proći postupak prerade u prehrambene proizvode. Stoga, se danas o poljoprivrednoj proizvodnji govori kao o prvoj karici poljoprivredno-prehrambenog proizvodnog lanca. Važnost sagledavanja proizvodnje hrane kroz poljoprivredno – prehrambeni proizvodni lanac očituje se u poboljšanju proizvodnih i poslovnih procesa i ostvarenje politike sigurnosti hrane (Knurra i sur., 2006). Bilo kako bilo, poljoprivredno-prehrambeni proizvodni lanac postojao je od uvijek. Međutim, obilježja tradicionalnog poljoprivredno-prehrambenog proizvodnog lanca očituju se u:

Jednosmjernoj komunikaciji između proizvođača poljoprivrednih sirovina (poljoprivrednika / farmera) i krajnjih potrošača.

Nedostatku konsenzusa oko zajedničkog koncepta kvalitete hrane (kako svježeg voća i povrća tako i konačnih prehrambenih proizvoda).

Kako ne postoji jedinstvena definicija kvalitete hrane, ispravnije je govoriti o njenim unutarnjim i vanjskim atributima (Knurra i sur., 2006).

Unutarnji atributi kvalitete hrane su:

1. sigurnosni i zdravstveni aspekti poljoprivrednih sirovina i prehrambenih proizvoda
2. rok trajnosti i senzorske osobine prehrambenog proizvoda
3. prikladnost za uporabu ili korištenje i pouzdanost prehrambenog proizvoda.

Vanjski atributi kvalitete hrane su:

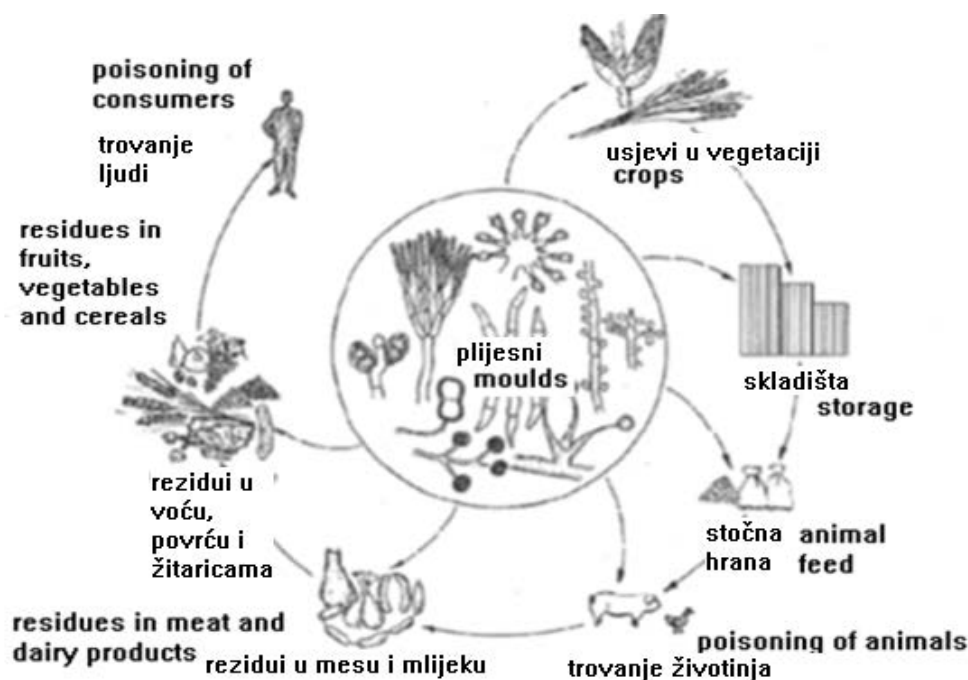
1. karakteristike proizvodnog procesa, što podrazumijeva način proizvodnje hrane u poljoprivredno-prehrambenom proizvodnom lancu; organsku ili ekološku i integriranu, odnosno, specifične oblike prerade i pripreme poljoprivrednih proizvoda koji su čak determinirani i vjerskim kodeksima (kao primjerice Halal i Kosher hrana)
2. okolišni aspekti, što podrazumijeva ne samo utjecaj proizvođača na okoliš već i utjecaj okoliša na kvalitetu i zdravstvenu ispravnost hrane
3. marketing prehrambenih proizvoda
4. komunikacija između svih strana u poljoprivredno – prehrambenom proizvodnom lancu

Jedan od čimbenika održivosti poljoprivredno – prehrambenog proizvodnog lanca svakako je i smanjenje: utjecaja na okoliš, potrošnje vode, emisije stakleničkih plinova, proizvodnje otpada i energetska učinkovitost (Farkas i Mohácsi-Farkas, 2011). U nekim slučajevima to je svakako teško pomiriti s unutarnjim atributima kvalitete hrane kao što su: rok trajnosti i senzorske osobine prehrambenih proizvoda i prikladnost za uporabu i korištenje, što je izravno povezano s načinom pakiranja.

Sigurnosna ili zdravstvena ispravnost poljoprivrednih, a posljedično i prehrambenih proizvoda najvažniji je atribut kvalitete hrane (Luning i sur., 2002), a ona ovisi o:

- uvjetima povoljnim za rast i razvoj patogenih mikroorganizama
- prisustvu toksičnih kemijskih tvari (rezidua)
- prisustvu stranih predmeta
- nesrećama i incidentima

Poznato je da uvjeti povoljni za rast i razvoj patogenih mikroorganizama determiniraju mikotoksikološki lanac, koji se potpuno podudara s poljoprivredno-prehrambenim proizvodnim lancem (slika 1) uslijed čega dolazi do akutnog ili postupnog, tj. kumulativnog trovanja životinja i ljudi u prehrambenom lancu (Pepeljnjak i Cvetnić, 1985; Reid i sur., 1996; Scudamore i sur., 1998; Anon., 1999; Josephs i sur., 2001; Bennett i Klich, 2003; Zinedine i sur., 2006; Scudamore i Patel, 2008; Pepeljnjak i sur. 2008; Perši i sur., 2011).



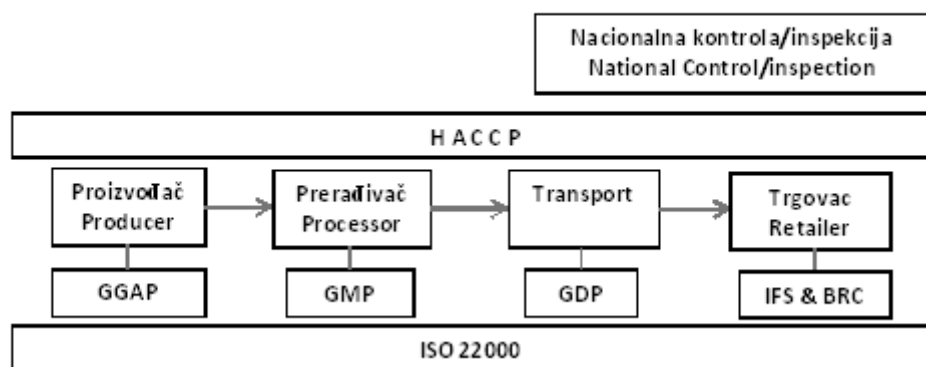
Slika 1. Podudarnost mikotoksikološkog i poljoprivredno-prehrambeno proizvodnog lanca (Perši i sur., 2011)  
Figure 1. Compatibility of mycotoxicological and agro-food production chain (Perši et. al., 2011)

S poljoprivredno-prehrambenim proizvodnim lancem korespondira i kontaminacija kemijskim agensima kao što su:

- rezidui fitofarmaceutskih pripravaka,
- teški metali (Thiel i sur. 2004),
- dioksini i dioksinima slični spojevi, kao i ostali kemijski spojevi koji putem prehrambenog lanca dospijevaju do prehrambenih proizvoda biljnog i animalnog podrijetla a tako i u čovjeka, a izazivaju štetne posljedice po ljudsko zdravlje (Bernard i sur., 2002; Kan i Meijer, 2007),
- radioaktivne čestice kao posljedica nuklearnih incidenata (primjerice, nesreće Černobil i Fukushima ali i kontaminacija okoliša nakon provođenja pokusa nuklearnim oružjem).

Kako bi rizik po ljudsko zdravlje bio sveden na što manju moguću mjeru, početkom devedesetih godina prošlog stoljeća uveden je HACCP (engl. Hazard Analysis of Critical Control Points) sustav nadzora nad higijenskom i zdravstvenom ispravnošću prehrambenih proizvoda, koji je proširen i na stočnu hranu (Anon., 1993). Do kraja prošlog stoljeća, HACCP sustav nadzora nad higijenskom i zdravstvenom ispravnošću prehrambenih proizvoda postao je standard za sigurnost hrane u međunarodnoj trgovini (Unnevehr i Jensen, 1999; Hulebak i Schlosser, 2002). HACCP sustav, je osnovni alat koji se upotrebljava u svim sustavima upravljanja sigurnošću i kvalitetom hrane u poljoprivredno-prehrambenom lancu kao što su:

1. Globalna dobra poljoprivredna praksa (engl. Global Good Agricultural Practice – GGAP)
2. ISO 22000
3. Međunarodni prehrambeni standardi (engl. International Food Standards – IFS)
4. Globalni standardni Britanskog vijeća za maloprodaju (engl. British Retail Council Global Standards – BRC Global Standards)



Slika 2. Povezanost svih dionika i različitih sustava upravljanja sigurnošću i kvalitetom hrane u poljoprivredno-prehrambenom lancu

Figure 2. Linkage between all stakeholders and different systems of food safety and quality management in agro-food production chain

HACCP sustav zasnovan je na sedam temeljnih načela (Srećec, 2004; Anon., 2008) i njime se jasno definira pojam opasnosti, kao djelovanje svakog kemijskog, fizikalnog i biološkog čimbenika, od kojih mogu imati štetne posljedice po ljudsko zdravlje. Nadalje, definirani su i termini kontrolnih točaka i kritičnih kontrolnih točaka. Pod pojmom kontrolne točke, podrazumijeva se svako mjesto u tehnološkom procesu u kojem može doći do djelovanje bilo kojeg kemijskog, fizikalnog ili biološkog čimbenika koji predstavlja opasnost po ljudsko zdravlje, ali i po zdravlje domaćih životinja ili pak postoji opasnost po onečišćenje okoliša, a čime posljedično opet dolazi do opasnosti po zdravlje životinja i ljudi. Kritične kontrolne točke su mjesta u tehnološkom procesu u kojima je potrebno provoditi posebne preventivne mjere kako bi mogućnost djelovanja kemijskog, fizikalnog ili biološkog agensa koji uzrokuje opasnost po zdravlje ljudi, životinja i onečišćenje okoliša, bila svedena na što manju moguću mjeru. Kritične kontrolne točke identificiraju se u

tehnološkom procesu proizvodnje hrane po metodologiji stabla odlučivanja (engl. Decision Tree) (Bryan, 1996; Anon. 2008) i procjena rizika, odnosno opasnosti, provodi se na osnovi kvantitativnih pokazatelja (Hoostra i sur., 2001). Danas HACCP ima primjenu gotovo u svim područjima proizvodnje hrane i također u cjelokupnom poljoprivredno – prehrambenom proizvodnom lancu (Mortimore, 2001; Hartog, 2003; Sperber 2005). HACCP također služi i kao osnovni alat kojim se povezuju svi dionici poljoprivredno -prehrambenog proizvodnog lanca, koji se mogu služiti i različitim sustavima upravljanja sigurnošću i kvalitetom hrane (slika 2).

Jedna od najvažnijih karakteristika svakog poljoprivredno-prehrambenog proizvodnog lanca je osiguranje sljedivosti (engl. traceability) od proizvodnje poljoprivrednih sirovina (biljnog i životinjskog podrijetla) do finalnih prehrambenih proizvoda, koji završavaju na policama trgovina. To se postiže poštivanjem sedmog načela HACCP-a, odnosno uspostavljanjem dokumentacijskog sustava i etiketiranjem partija sirovina, kao i iz njih proizvedenih prehrambenih proizvoda.

O značaju sljedivosti najbolje govore dva nedavna incidenta u Njemačkoj. Prvi se odnosi na kontaminaciju prehrambenih proizvoda dioksinom, a drugi, na ljetosnu kontaminaciju prvo povrća a onda i ostalih prehrambenih proizvoda mutiranim sojem bakterije *Escherichiae coli*. Iako je u prvom slučaju otkriveno da su jaja upotrijebljena za proizvodnju određenih prehrambenih proizvoda izvor kontaminacije dioksinom, zahvaljujući sljedivosti i adekvatnom dokumentacijskom sustavu, s njemačkih farmara skinuta je zakonska i materijalna odgovornost za nastalu štetu, jer je neprijeporno utvrđeno da je početni izvor kontaminacije dioksinom, stočna hrana upotrijebljena za ishranu nesilica. Naime, proizvođač stočne hrane je u proizvodnji hrane za nesilice, poradi ušteda, upotrijebio određene količine tehničke masti kao zamjenu za masnoće biljnog podrijetla. U drugom slučaju, događaji nisu imali tako sretan epilog. Naime, nakon prvih trovanja povrćem, konkretno povrtnim tikvicama proizvedenim u Španjolskoj, ustanovljeno je da na farmama španjolskih povrtlara nema izvora kontaminacije tom bakterijom, te da su sve partije povrća proizvedenog na tim farmama bile bakteriološki ispravne. Stoga je izvor kontaminacije bio definitivno u nekoj drugoj karici poljoprivredno-prehrambenog lanca. Bez obzira na sve istražne radnje i postupke, kao i pooštrene sigurnosne mjere u supermarketima i distributivnim centrima, zaredali su brojni slučajevi trovanja i smrtni slučajevi i to ne samo u Njemačkoj. Uslijedila je psihoza straha među potrošačima, što je rezultiralo drastičnim padom prodaje povrća u gotovo svim europskim zemljama, pa tako i u Hrvatskoj. Iako su svi europski proizvođači povrća zabilježili ogromne financijske gubitke, uslijed pada narudžbi, posljedice za poljoprivredne proizvođače bile bi kud i kamo veće da nije postojao sustav nadzora nad higijenskom i zdravstvenom ispravnošću poljoprivrednih proizvoda kojim je omogućena sljedivost poljoprivrednih proizvoda i hrane, čime su izbjegnute sudske tužbe i odštetni zahtjevi.

Sustav upravljanja sigurnošću i kvalitetom poljoprivrednih proizvoda koji je dizajniran isključivo za potrebe poljoprivrednih proizvođača je GGAP ili Globalna dobra poljoprivredna praksa (Rukavina, 2011). GGAP kontrolira petnaest područja dobre poljoprivredne prakse. To su:

1. sljedivost proizvoda
2. čuvanje podataka
3. sortiment
4. povijest organizacije i parcele
5. upravljanje tlom i substratom
6. upotreba gnojiva
7. navodnjavanje
8. zaštita nasada
9. berba/žetva
10. tretman nakon berbe/žetve
11. zrganizacija otpada i recikliranje
12. zaštita zdravlja i sigurnosti radnika
13. zaštita okoliša
14. forma žalbe
15. unutrašnja revizija

Sustav GGAP temelji se na 3 vrste dokumenata:

1. Opća pravila (General regulations)
2. Kontrolne točke i kriteriji usklađenosti (Control Points and Compliance Criteria)
3. Kontrola lista (Checklist)

Prije provođenja postupka certifikacije, proizvođač (grupa proizvođača ili nositelj certifikacije) registriraju se kod certifikacijskog tijela odobrenog od GGAP-a. Kod registracije tj. prijave moraju se specificirati sve lokacije uzgoja neke poljoprivredne kulture i svi procesi (pakiranje, skladištenje, tretiranje proizvoda i dr.). Proizvođač (ili grupa proizvođača) moraju obaviti jednom godišnje internu samoprocjenu, nakon koje certifikacijsko tijelo, odnosno organizacija za provođenje certifikacije nekog proizvođača po GGAP sustavu obavlja procjenu od strane certifikacijskog tijela.

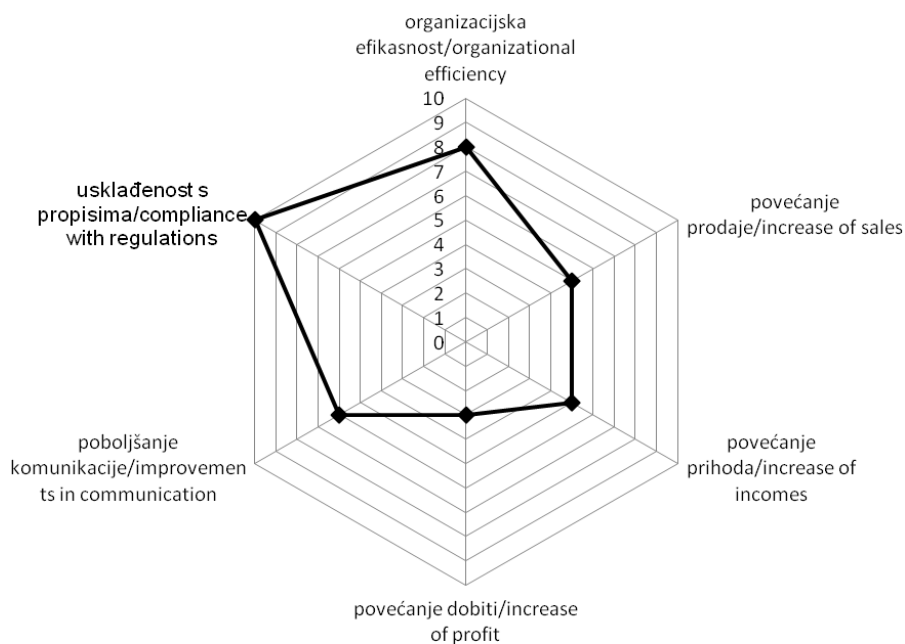
Da bi se stekao GGAP certifikat svaka tvrtka tj. organizacija mora proći slijedeće standardne faze implementacije:

1. monitoring tvrtke i proizvođača
2. izrada GLOBALGAP priručnika
3. implementacija sustava na terenu uz edukaciju djelatnika tvrtke i proizvođača
4. interna kontrola (kontrola proizvođača i sustava upravljanja kvalitetom, QMS)
5. eksterna kontrola od certifikacijskog tijela
6. korektivne akcije i odluka o certificiranju

Dva osnovna principa GGAP sustava su izoliranost i sljedivost GGAP poljoprivrednih proizvoda. Pod pojmom izoliranosti podrazumijeva se čitav niz preventivnih mjera i postupaka, u svim fazama proizvodnje, transporta, prerade/pakiranja i distribucije, koje se provode s ciljem da poljoprivredni proizvodi ili prehrambeni proizvodi, konkretno; svježa jaja, voće i povrće, proizvedeni po GGAP sustavu nipošto ne dođu u dodir s proizvodima koji nisu proizvedeni po GGAP sustavu. Pod pojmom sljedivosti podrazumijeva se označavanje posebnim identifikacijskim brojem svake proizvedene partije poljoprivrednog proizvoda, kako bi se mogao pratiti trag svakog poljoprivrednog proizvoda od polja do krajnjeg potrošača.

Implementacija GGAP sustava vezana je i s povećanjem troškova poslovanja, što je uobičajeno i kod uvođenja ostalih sustava upravljanja kvalitetom, sigurnošću i higijensko-zdravstvenom ispravnošću prehrambenih proizvoda (Hooker i sur., 2002). S tom činjenicom najteže se nose mali proizvođači (Taylor, 2001). Međutim, prednost uvođenja GGAP sustava je u tome što se postupak implementacije i certifikacije može provoditi skupno, za veći broj poljoprivrednih proizvođača, koji su udruženi u zajedničku organizaciju, npr. zadrugu. Osim toga, u današnje vrijeme kada broj incidenata u prehrambenom lancu sve više raste, izuzetno je važno ostvariti i održati povjerenje potrošača, što u konačnici znači održivost proizvodnje i tvrtke (Jevšnik i sur., 2008). Kako je GGAP zasnovan na načelima HACCP-a, njegova implementacija podrazumijeva osnivanje HACCP team-a, odnosno radnog tijela unutar tvrtke koje će u suradnji s certifikacijskim tijelom vršiti implementaciju sustava. Takav sustav nerijetko na početku implementacije dovodi do određenih otpora zaposlenika i određene smetnje u komunikaciji (Azanza i sur., 2005), što se najbolje može primijetiti u slučajevima skupne implementacije i certifikacije većeg broja manjih proizvođača udruženih u jednu organizaciju. U takvom slučaju postoji i velika različitost u razini primijenjene agrotehnike, zootehnike, higijene i radnih navika. Percepcija zaposlenika i članova uprave glede koristi i poteškoća koje pričinja implementacija GGAP sustava prikazana je slijedećim dijagramom (slika 3).

Iz dijagrama na slici 3, posve je razvidno da je implementacija GGAP sustava najviše odrazila na bolju usklađenost s propisima kao i na organizacijsku efikasnost. Učinak na poboljšanje komunikacije, povećanje prihoda i povećanje prodaje je osrednji. To je moguće objasniti činjenicom da je sustav implementiran u tvrtke tek nedavno (od 2006, odnosno 2007. godine). Međutim, implementacija GGAP sustava svakako je doprinijela održivosti tvrtke, jer većina velikih distributera hrane (megalanaca) uvjetuje svojim dobavljačima, u okviru audita dobavljača, GGAP certifikat. Valja napomenuti da se s percepcijama zaposlenika i menadžmenta dviju organizacija koje su implementirale GGAP sustav, podudaraju i očekivanja proizvođača koji planiraju skupnu akreditaciju proizvodnje malih proizvođača objedinjenih u zadrugu (Rukavina, 2011).



Slika 3. Ocjena pojedinih pokazatelja učinkovitosti GGAP sustava nakon njegove implementacije i certifikacije organizacije – percepcija zaposlenika i menadžmenta

Figure 3. Evaluation of some parameters of business efficiency after implementation and certification of business organization – perception of employees and management

### Zaključak

Implementacija bilo kojega sustava upravljanja kvalitetom i sigurnošću proizvodnje hrane zahtjevan je posao koji iziskuje puno rada i analitičkog promišljanja. Nažalost, to je povezano i s porastom troškova u početnoj fazi, kao i s otporom zaposlenika i/ili kooperanata. Početni problem implementacije predstavlja i zahtjevno vođenje dokumentacije, čak i o najmanjim postupcima. Međutim, prednosti implementacije GGAP sustava su višestruke i očituju se:

1. u povećanju sigurnosti svih dionika u poljoprivredno-prehrambenom proizvodnom lancu od incidentnih situacija, što je posljedica boljeg nadzora nad svim izvorima biološke, kemijske i fizikalne opasnosti.
2. boljom usklađenosti organizacije s međunarodnim prehrambenim standardima.
3. povećanjem broja kupaca, pogotovo onih kojima je uvjet posjedovanje jednog od međunarodno priznatih certifikata dobavljača o implementiranom sustavu upravljanja kvalitetom.

Jedna od najvećih prednosti GGAP sustava je u tome, da taj sustav moguće implementirati za veći broj poljoprivrednih proizvođača, udruženih u jednu poslovnu organizaciju (primjerice zadrugu) čime se troškovi implementacije i certifikacije po pojedincu znatno smanjuju.

### Literatura

- Anon. (1993). Council Directive 93/94 EEC of June 1993 on the Hygiene of Foodstuffs. Official Journal of the European Communities, June 1993.
- Anon. (1999). Opinion On Fusarium Toxins. European Commission, Health & Consumer Protection Directorate-General. SCF/CS/CNTM/MYC/19 Final. 09/12/99
- Anon. (2008). Hazard analysis and critical control point generic models for some traditional foods A manual for the Eastern Mediterranean Region. World Health Organization, Cairo. 120 p.
- Azanza Ma.P.V., M.B.V. Zamora-Luna (2005). Barriers of HACCP Team Members to Guideline Adherence. Food Control 16, 15-22

- Bennett J.W. and M. Klich (2003). Mycotoxins. *Clinical Microbiology Reviews* 16, 497–516
- Bernard A., F. Broeckaert, G. De Poorter, A. De Cock, C. Hermans, C. Saegerman and G. Houins (2002). The Belgian PCB/Dioxin Incident: Analysis of the Food Chain Contamination and Health Risk Evaluation. *Environmental Research Section A* 88, 1-18
- Brassley F.W. and M. Lobley (2003). The Common Agricultural Policy of the European Union, p. 249-265. In book: *The Agricultural Notebook*. 20th Edition. Editor: Richard J. Sofee. Blackwell Publishing, Oxford
- Bryan F.L. (1996). Another Decision-Tree Approach for Identification of Critical Control Points. *Journal of Food Protection* 59, 1242-1247
- Farkas J. and Cs. Mohácsi-Farkas (2011). Food Processing Technologies and the Sustainable Food Chain. *Acta Alimentaria* 40, 1-5
- Hartog J. (2003). HACCP in the Animal Feed Industry. *Food Control* 14, 95-99
- Hooker N.H., R.M. Nayga Jr., J.W. Siebert (2002). The Impact of HACCP on Costs and Product Exit. *Journal of Agricultural and Applied Economics* 34, 165-174
- Hoostra E., M.D. Northholt, S. Notermans, A.W. Barendsz (2001). The Use of Quantitative Risk Assessment in HACCP. *Food Control* 12, 229-234
- Hulebak K.L. and W. Schlosser (2002). Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) History and Conceptual Overview. *Risk Analysis* 22, 547-552
- Jevšnik M., V. Hlebec, P. Raspor (2008). Consumers' Awareness of Food Safety from Shopping to Eating. *Food Control* 19, 737-745
- Josephs R.D., R. Schumacher and R. Krska (2001). International Interlaboratory Study For The Determination Of The Fusarium Mycotoxins Zearalenone And Deoxynivalenol In Agricultural Commodities. *Food Additives and Contaminants* 18, 417-430
- Kan C.A. and G.A.L. Meijer (2007). The Risk of Contamination of Food With Toxic Substances Present in Animal Feed. *Animal Feed Science and Technology* 133, 84-108
- Knurra S., S. Gymnich, E. Rembialkowska and B. Petersen (2006). Agri-food production chain, p. 19-65. In book: *Safety in the agri-food chain*. Editors: Luning, P.A., F. Devlieghere and R. Verhé. Wageningen Academic Publishers, Wageningen
- Luning P.A., W.J. Marcelis and W.M.F. Jungen (2002). *Food Quality Management – A Techno-Managerial Approach*. Wageningen Press, Wageningen
- Mortimore S. (2001). How to make HACCP Really Work in Practice. *Food Control* 12, 209-215
- Pepeljnjak S. and Z. Cvetnić (1985). The mycotoxicological chain and contamination of food by ochratoxin A in the nephropathic and non-nephropathic areas in Yugoslavia. *Mycopathologia* 90, 147-153
- Pepeljnjak S., Z. Cvetnić, M. Šegović-Klarić (2008). Okratoksin i zearalenon: Kontaminacija Žitarica i krmiva u Hrvatskoj (1977-2007) i utjecaj na zdravlje životinja i ljudi. *Krmiva* 3, 147-159
- Perši N., J. Pleadin, A. Vulić, M. Zadavec, M. Mitak (2011). Mikotoksini u žitaricama i hrani životinjskog podrijetla. *Veterinarska stanica* 42, 335-345
- Reid L.M., D.E. Mather and R.I. Hamilton (1996). Distribution of Deoxynivalenol in Fusarium graminearum-Infected Maize Ears. *Phytopathology* 86, 110-114
- Rukavina D. (2011). Certification of the "Sunčana" Production – Zagreb County Apple Trade Mark According to GlobalGAP Standard. Final work. Postgraduate specialist study in Food Management. University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology. 152 p.
- Scudamore K.A., S. Nawaz, M.T. Hetmanski (1998). Mycotoxins in Ingredients of Animal Feeding Stuffs: II. Determination of Mycotoxins in Maize and Maize Products. *Food Additives and Contaminants* 15, 30-55
- Scudamore K.A. and S. Patel (2008). The Fate of Deoxynivalenol and Fumonisin in Wheat and Maize During Commercial Breakfast Cereal Production. *World Mycotoxin Journal* 1, 437-448
- Sperber W.H. (2005). HACCP and Transparency. *Food Control* 16, 505-509
- Srečec S. (2004). *Hmeljarstvo*. Visoko gospodarsko učilište u Križevcima
- Srečec S., S. Jerčinović, V. Srečec, K. Svržnjak (2008). Interactive and strategic management in designing business strategy in hop production. *Hop Bulletin* 15, 45-51
- Taylor E. (2001). HACCP in Small Companies: Benefit or Burden?. *Food Control* 12, 217-222



- Thiel G., D. Geisler, I. Blechschmidt and K. Danzer (2004). Determination of Trace Elements in Wines and Classification According to Their Provenance. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 378, 1630-1636
- Unnevehr L.J. and H.H. Jensen (1999). The economic implications of using HACCP as a food safety regulatory standard. *Food Policy* 24, 625-635
- Van den Ham and D.J. Postma (2004). *Entrepreneurship Through Interactive Strategic Planning*. LEI Wageningen UR, The Hague – Wageningen
- Van der Meulen B. and M. Van der Velde (2006). Modern European Food Safety Law. p. 559-616. In book: *Safety In The Agri-Food Chain*. Editors: Luning, P.A., F. Develieghere and R. Verhé. Wageningen Academic Publishers, Wageningen
- Zinedine A., C. Brera, S. Elakhdari, C. Catano, F. Debegnach, S. Angelini, B. De Santis, M. Faid, M. Benlemlih, V. Minardi, M. Miraglia (2006). Natural Occurrence of Mycotoxins in Cereals and Spices Commercialized in Morocco. *Food Control* 17, 868-874

### **Acknowledgment**

This paper is a part of dissemination of TEMPUS project “Improving Academia-Industry Links in Food Safety and Quality Management (158714 –TEMPUS-1-2009-1-ES-TEMPUS-JPHES).

**sa2012\_0201**

# Pregled i ocjena sektora proizvodnje šećerne repe i šećera RH u razdoblju od 2001. do 2011. godine

Ante ANDABAK, Ornella MIKUŠ, Ramona FRANIĆ

Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska  
(e-mail: aandabak@agr.hr)

## Sažetak

Cilj rada je, putem analize sekundarnih podataka Državnog zavoda za statistiku, internih podataka Sladorane d.d. Županja, zakonskih akata koji reguliraju sektor proizvodnje šećerne repe i šećera te SWOT analize dati pregled i ocijeniti poziciju sektora u razdoblju od 2001. – 2011. godine. Također će se dati prikaz Tržnog reda za šećer EU i posljednje velike reforme tog sektora u EU. Rezultati pokazuju pozitivne trendove u hrvatskoj proizvodnji šećerne repe i šećera, ali i potrebu za poboljšanjem proizvodnih rezultata, u prvom redu prinosa šećerne repe i sadržaja šećera. Rezultati rada ukazuju i na povećanje cijena šećera na međunarodnom tržištu uzrokovano nedostatkom šećera.

Ključne riječi: Hrvatska, šećerna repa i šećer, EU

## Review and evaluation of the sugar beet and sugar production sector in Croatia in the period 2001 - 2011

### Abstract

The aim is, through analysis of secondary data of the Central Bureau of Statistics, internal data Sladorana d.d. Županja, legislation governing the sector of sugar beet and sugar and SWOT analysis, to review and evaluate the position of sector in the period 2001 - 2011. It will also provide an insight into the CMO for sugar EU and the last major reform of the sector in the EU. The results show positive trends in the Croatian sugar beet and sugar production sector, but also the need to improve production results, primarily sugar beet yields and sugar content in the sugar beet. Work results show an increase of sugar prices in the international market caused by the lack of sugar.

Key words: Croatia, sugar beet and sugar, EU

### Uvod

Sektor proizvodnje šećerne repe i šećera u RH u razdoblju od 2001. do 2011. godine prošao je put od neuspješne poljoprivredno-prehrambene industrije, većinom u vlasništvu države, u industriju koja danas ima proizvod sa najvećim udjelom u izvozu poljoprivredno-prehrambenih proizvoda uopće (Franić i Kumrić, 2006. i HGK, 2009.). Pozitivni pomaci koji su se dogodili u ovome sektoru su rezultat spajanja više čimbenika, od promjene uvozne politike prema uvozu šećera iz RH i drugih zemalja koje nisu članice EU (Andabak i sur., 2010.) do privatizacije prerađivačkog industrije u sektoru proizvodnje šećerne repe i šećera. Privatizacija tog prerađivačkog dijela je rezultirala ulaganjima u šećerane i njihovu modernizaciju s ciljem povećanja kvalitete i kapaciteta proizvodnje. U trenucima kada je RH na pragu ulaska u EU i kada su

pregovori između RH i EU završeni, moguće je i potrebno dati makroekonomski pregled sektora proizvodnje šećerne repe i šećera, kako bi se vidjelo postojeće stanje u sektoru te s kojim „adutima” i mogućnostima sektor ulazi u EU, ali i koje prijetnje postoje.

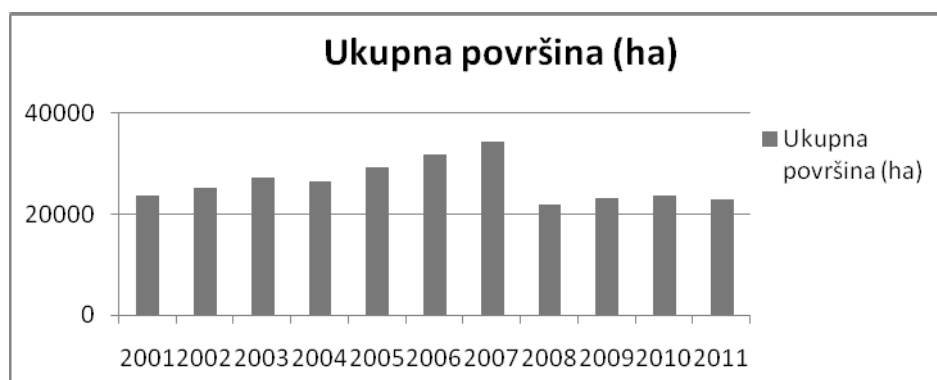
### Materijal i metode

Vremenska analiza sektora provedena je na temelju sekundarnih izvora podataka Državnog zavoda za statistiku i internih podataka Sladorane d.d. Županja. Proučeni su zakonski akti u području proizvodnje i prerade šećerne repe te izvoza šećera iz RH i ocijenjen njihov učinak na promjene u sektoru.. SWOT analizom sektora nastojimo procijeniti izgled za daljnji razvoj i ekonomsku održivost sektora proizvodnje šećerne repe i šećera Hrvatske u novim ekonomskim okolnostima koje će nastupiti ulaskom Hrvatske u EU.

### Rezultati i rasprava

Šećer se proizvodi od dvije industrijske biljke, šećerne repe i šećerne trske. Ako se proizvodnja između te dvije biljke prikaže u postocima, puno veći dio proizvodnje šećera otpada na proizvodnju od šećerne trske, oko 70%. Oko 80% svjetske proizvodnje šećerne repe se nalazi u Europi, a samo 20% u svijetu (Lovrić i sur., 2010.)

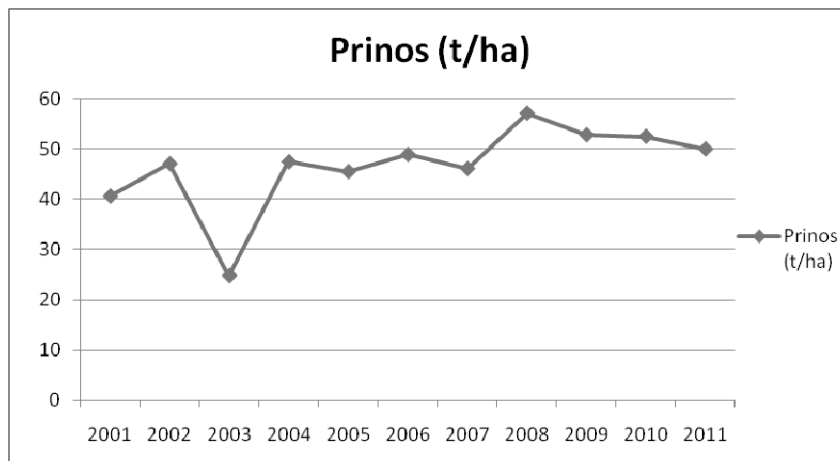
U Hrvatskoj se šećer proizvodi iz šećerne repe, koja se uzgaja na području Podravine i Baranje te zapadne i istočne Slavonije. U razdoblju od 2001. do 2011. godine proizvodnja se kretala na prosječno 26.384 ha, s najvećom zasijanom površinom 2007. godine, a najmanjom 2008. godine što je i vidljivo u Grafikonu 1 (DZS; EUROSTAT).



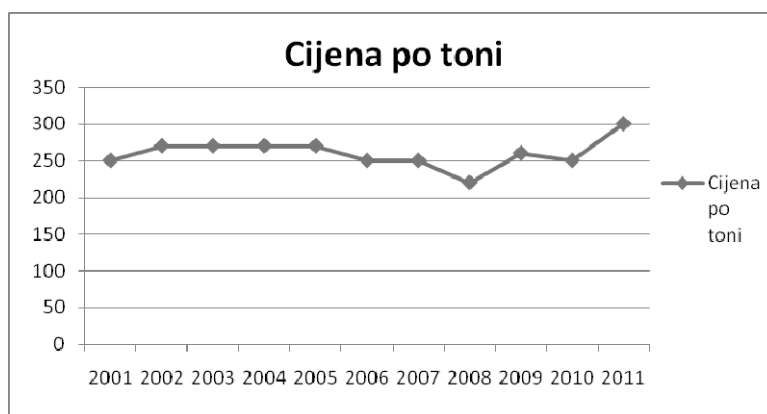
Grafikon 1. Površine RH zasijane šećernom repom u razdoblju od 2001. – 2011. (Izvor: DZS; EUROSTAT)

U Grafikonu 1. također je vidljivo da su se zasijane površine nakon 2008. godine u prosjeku kretale oko 23.000 ha. To smanjenje površina u 2008. u odnosu na 2007. godinu možemo protumačiti padom cijene kojom se plaćala šećerna repa po toni, sa 250 kn/toni na 220 kn/toni čiste šećerne repe s prosječnom digestijom 16% te povoljnom cijenom konkurentskih kultura u promatranoj godini. Ukupna proizvodnja šećerne repe u razdoblju od 2001. do 2011. godine prosječno je bila 1.222.924 t, a najveća proizvodnja ostvarena je 2007. godine, kada je i zasijana najveća površina. No količina šećerne repe koja se proizvede u RH nije dovoljna za potrebe naše tri tvornice šećera, odnosno plasman šećera od šećerne repe na inozemno tržište te se dio šećerne repe uvezio iz Mađarske (Pospišil, 2010.), a u zadnje vrijeme i iz Srbije.

Prinos šećerne repe u razdoblju od 2001. do 2011. godine u prosjeku je bio 46,6 t/ha, s tim da je najveći prinos postignut 2008. godine, ujedno kada je zasijana najmanja površina u navedenom razdoblju. To je ujedno i godina u kojoj su se prinosi šećerne repe ustalili na preko 50 t/ha, u prosjeku 53,1 t/ha (DZS; EUROSTAT), što se i vidi u Grafikonu 2. U Grafikonu 2. vidljiv je i konstantan rast prinosa repe po ha od 2001. godine, uz izuzetak 2003. godine, što objašnjavamo sušom koja je te godine pogodila usjeve šećerne repe. No ti prinosi, iako pokazuju trend rasta, još su uvijek na manjoj razini od one u zemljama EU sa razvijenom poljoprivredom (Francuska, Njemačka) koje ostvaruju prinos korijena šećerne repe i preko 70 t/ha te na taj način proizvode više od 10 t čistog šećera po ha, što je više nego u RH (Lovrić i sur., 2009.; Pospišil, 2010.)



Grafikon 2. Prinos šećerne repe u RH od 2001. – 2011. (Izvor: DZS; EUROSTAT)

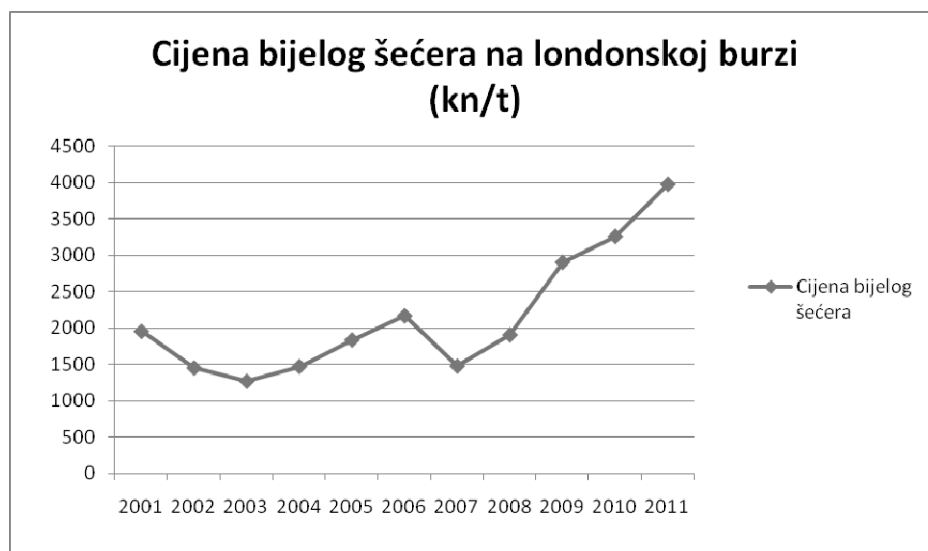


Grafikon 3. Cijene šećerne repe prilikom otkupa u Sladorani Županija d.d. u razdoblju od 2001. – 2011. (Izvor: Interni podaci Sladorane d.d., Županja)

Cijene šećerne repe u RH u promatranom razdoblju kretale su se od 220 kn/toni do 300 kn/toni čiste šećerne repe s prosječnom digestijom od 16%. Najviša cijena ugovorena s proizvođačima šećerne repe postignuta je 2011. godine, što se tumači visokom cijenom šećera na međunarodnom tržištu zbog nedostatka šećera (grafikon 3). Taj nedostatak šećera na međunarodnom tržištu rezultat je spajanja više čimbenika, u prvom redu smanjenje proizvodnje šećerne trske u Brazilu kao najvećem proizvođaču, a s druge strane Reformom tržnog reda za šećer EU. Reforma tržnog reda za šećer EU imala je za rezultat smanjenje proizvodnje šećera iz šećerne repe u EU za 5,8 milijuna tona.

Pozitivni pomaci u sektoru proizvodnje šećerne repe i šećera počinju 2001. godine. Tada se mijenja politika EU prema uvozu šećera iz zemalja nečlanica EU. Ta promjena vanjskotrgovinske politike EU u sektoru šećera, između ostalog, posljedica je pritiska iz Svjetske trgovinske organizacije na EU, s obzirom na to da je Tržni red za šećer vrlo dobro štiti sektor proizvodnje šećera visokim uvoznim carinama, dok su europski proizvođači šećera prilikom izvoza šećera iz EU dobivali visoke izvozne subvencije. Mijenjanje politike EU u funkcioniranju Tržnog reda za šećer nastavlja se i Šećernom reformom, koja je trajala u razdoblju od 2006.-2009. godine. Reforma je imala za cilj očuvanje te grane poljoprivredne proizvodnje, povećanje njegove konkurentnosti na svjetskom tržištu i osiguranje pravednih cijena za konačne potrošače. Neke od glavnih mjera za postizanje navedenih ciljeva bili su smanjenje minimalne zajamčene cijene šećera za 36% te osnivanje restrukturirajućeg fonda financiranog od strane proizvođača šećera. Sredstva tog restrukturirajućeg fonda isplaćivala su se proizvođačima šećerne repe koji su dobrovoljno odustali od proizvodnje šećerne repe u razdoblju trajanja Reforme. Reforma je na kraju rezultirala sa smanjenjem proizvodnje šećera za 5,8 milijuna tona, dok se proizvodnja, ako gledamo države članice u kojima se proizvodi šećer, smanjila sa 23 na 18 država proizvođača šećera. Čak 70 % proizvodnje koncentrirano je u sedam zemalja članica, među kojima

prednjače Francuska i Njemačka te Poljska (European Commission, 2003; EU press releases, 2009). Posljedica Šećerne reforme EU, između ostalog, je i nedostatak šećera na EU tržištu, što je rezultiralo i visokom cijenom šećera na međunarodnom tržištu (Grafikon 4.) Nedostatak šećera je vezan i na podbacivanje uroda šećerne trske u prvom redu u Brazilu, a zatim i u drugim zemljama proizvođačima šećerne trske. Dobar dio šećerne trske se počeo prerađivati i u biogoriva, u prvom redu u bioetanol.



Grafikon 4. Cijene šećera iz šećerne repe na Londonskoj burzi u razdoblju od 2001. – 2011. (Izvor: [www.sugaronline.com](http://www.sugaronline.com); vlastita izrada)

Drugi razlog pozitivnih pomaka u sektoru proizvodnje šećerne repe i šećera možemo tražiti u privatizaciji prerađivačkog dijela sektora, šećerana. Privatizacijski procesi doveli su do ulaganja u proizvodne pogone. Ta ulaganja su u prvom redu dovela do povećanja dnevnih kapaciteta prerade šećerne repe te postizanja viših standarda proizvodnje koji su na kraju za rezultat imali dobivanje međunarodno priznatih certifikata (ISO standard, HALAL standard).

U 2011. godini su završeni pregovori s EU. U području pregovora vezanim za proizvodne kvote šećera ostvarena je kvota od 193.000 tona šećera. Prilagođavanje EU legislativi u ovom području je rezultiralo i donošenjem novih zakonskih akata (NN 149/09; NN 95/10; NN 78/11). čime je završena i prilagodba institucionalnog okvira u sektoru proizvodnje šećerne repe i šećera. Proizvođački i prerađivački dio se prilagodio još prije 10 godina, kada počinje i značajniji izvoz šećera u EU omogućen promjenom vanjskotrgovinske politike EU prema RH (NN 11/06).

Tablica 1. SWOT analiza sektora proizvodnje šećerne repe i šećera RH

Snage	Slabosti
<ul style="list-style-type: none"> <li>- tradicija proizvodnje šećerne repe i šećera</li> <li>- dobro organiziran i moderniziran prerađivački dio sektora (šećerane)</li> <li>- organizacija proizvodnje i otkupa sirovine organizirana na način kao u EU</li> <li>- dobra opremljenost poljoprivrednika mehanizacijom za proizvodnju šećerne repe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- još uvijek niži prinosi po ha, kako šećerne repe, tako i šećera u odnosu na zemlje EU s razvijenom poljoprivredom</li> <li>- česte proizvodne sezone sa nepovoljnim klimatskim uvjetima (raspored oborina) i nerazvijen sustav melioriranja usjeva</li> </ul>
Prilike	Prijetnje
<ul style="list-style-type: none"> <li>- povećanje proizvodnje zbog nedostatka šećera na svjetskom tržištu</li> <li>- mogućnost upotrebe šećerne repe kao kulture za proizvodnju alternativnih proizvoda, npr. biogoriva (Hoeck, 2011.)</li> <li>- otvaranje novog tržišta EU u vidu mogućnosti jeftinije kupovine repomaterijala (gnojiva, sredstava za zaštitu)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- proizvodna kvota manja od dosadašnje razine proizvodnje</li> <li>- prisutnost velikog proizvođača (Republike Srbije) šećerne repe i šećera u regiji</li> </ul>

Izvor: vlastita izrada

## Zaključak

Analiza proizvodnih rezultata u sektoru šećerne repe i šećera pokazuje pozitivne trendove. Pozitivni pomaci u sektoru počinju promijenom politike EU prema uvozu šećera iz RH, ali i privatizacijom šećerana u RH. Prinosi šećerne repe, ali i šećera po ha, rastu konstantno u zadnjih 10 godina. U svijetu i u EU postoji nedostatak šećera i rast cijena šećera. Iz tog razloga, kao i zbog skorog ulaska u EU, potrebno i dalje raditi na unaprijeđenju proizvodnih rezultata, u prvom redu prinosa šećerne repe i povećanju sadržaja šećera u šećernoj repi (digestiji). Sada kada je RH pred ulaskom u EU i kada je prilagodba završena, potrebno je iskoristiti mogućnosti novog tržišta koje nam se otvara, ali i prihvatiti prijetnje koje nam to tržište donosi, u prvom redu natjecanje sa zemljama visoko razvijene poljoprivrede (Francuska, Njemačka).

## Literatura

- Andabak i sur. (2010). Koristi od subvencija u sektoru proizvodnje šećerne repe. 45. hrvatski i 5. međunarodni simpozij agronoma - 45th Croatian and 5th international symposium on agriculture Zbornik radova - Proceedings / Marić Sonja i Lončarić Zdenko (ur.). - Osijek : Poljoprivredni fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku , 2010. 195-199
- Franić Ramona i Kumrić Ornella. (2006). Sugar sector in Croatia: competitive or not? Marketing Dynamics within the Global Trading System: New Perspectives, Chania: MAICH, Crete, Greece, 29 June – 2 July 2006.
- Lovrić i sur. 2009. Pregled proizvodnje šećerne repe u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 1991. – 2006. godine. Zbornik radova 44. hrvatski i 4 međunarodni simpozij agronoma, Marić, S. i Lončarić, Z (ur.) Osijek, Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, 16.-20. veljače 2009. Opatija, str. 888-891
- Pospišil M. (2010) Proizvodnja šećerne repe u Hrvatskoj. Glasilo biljne zaštite str. 141-145  
Državni zavod za statistiku. Statistički ljetopis 2010. [www.dzs.hr](http://www.dzs.hr)
- Hrvatska gospodarska komora, publikacija: Poljoprivreda i industrija hrane, pića i duhana - <http://hgk.biznet.hr/hgk/fileovi/19430.pdf>
- [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/agriculture/data/main\\_tables](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/agriculture/data/main_tables)
- [http://ec.europa.eu/agriculture/publi/reports/sugar/fullrep\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/agriculture/publi/reports/sugar/fullrep_en.pdf)
- <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/09/366&format=HTML>
- [www.sugaronline.com](http://www.sugaronline.com)
- Pravilnik o provedbi sustava proizvodnih ograničenja u sektoru šećera, NN 78/11
- Pravilnik o izvješćivanju u sektoru šećera, NN 95/10
- Zakon o uređenju tržišta poljoprivrednih proizvoda, NN 149/09

sa2012\_0202

# Analiza financijskih izvješća u funkciji donošenja poslovnih odluka

Ana CRNČAN, Ljubica RANOGAJEC, Jadranka DEŽE

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet, Trg Svetog Trojstva 3, 31000 Osijek, Hrvatska  
(e-mail: acrnacan@pfos.hr)

## Sažetak

Analiza financijskih izvješća kao dio cjelokupne analize poslovanja provodi se s ciljem procjene financijskih snaga i slabosti poduzeća. Cilj rada je analizom financijskih izvješća ukazati na kritične točke poslovanja i potrebne prilagodbe. Razmatrani su podaci poljoprivrednog poduzeća u razdoblju od 6 godina, a korištene su metode vertikalne i horizontalne analize, te relativni i apsolutni pokazatelji uspješnosti. Struktura aktive poduzeća je imobilizirana 50%. Likvidnost je nezadovoljavajuća, a ekonomičnost poslovanja ima tendenciju smanjenja zbog utjecaja negativnog trenda ekonomičnosti financiranja i ukupnog poslovanja.

Ključne riječi: financijska izvješća, poljoprivredno poduzeće, pokazatelji uspješnosti

## Analysis of financial reports for the decision making process

### Abstract

Analysis of financial reports, as a part of overall business analysis, was carried out for the purpose of assessing financial strengths and weaknesses of a company. The aim of the paper was to present the way of using financial reports to identify critical points of business and to suggest necessary adjustment measures. An agricultural company's financial data referring to a time span of 6 years were elaborated by the methods of vertical and horizontal analysis and relative and absolute success indicators were calculated. Assets structure of the company was immobilized with the portion higher than 50%. Solvency was not satisfactory and business efficiency was very low with the tendency to decline.

Key words: financial reports, agricultural company, success indicators

### Uvod

Analiza financijskih izvješća pruža informacije koje omogućuju prepoznavanje slabosti i snaga analiziranog poduzeća. Radi se na osnovi podataka koje sadržavaju temeljna financijska izvješća i koja se promatraju kroz duži vremenski period. Analiziraju se prihodi i rashodi poduzeća, financijski rezultat poslovanja, te svi činitelji koji utječu na dinamiku poslovanja poduzeća. Takvom analizom moguće je utvrditi čimbenike poslovanja i njihov utjecaj na već ostvarene rezultate, ali i donositi poslovne odluke za postizanje boljeg ukupnog rezultata poslovanja. Kako bi se ocijenilo jesu li veličine nekih pokazatelja prihvatljive, potrebno ih je usporediti s određenim veličinama koje predstavljaju bazu usporedbe. Najčešće korištene veličine prilikom usporedbe pokazatelja su planirani pokazatelji koji se odnose na razdoblje koje se analizira, te njihova usporedba i uočavanje odstupanja u rezultatima i analiza kretanja veličine određenog pokazatelja tijekom određenog vremena u istom poduzeću.

## Materijal i metode

U radu je analizirano kretanje određenih pokazatelja poslovanja poljoprivrednog poduzeća tijekom 6 godina. Korištene su informacije iz bilance i računa dobiti i gubitka. Prikazani podaci dobiveni su metodom analize i sinteze poslovnih rezultata. Svrha analize je usporedba uspješnosti poslovanja kroz promatrano razdoblje, prepoznavanje kritičnih točki poslovanja i potrebne prilagodbe, te planiranje budućih poslovnih aktivnosti. Osim korištene vertikalne i horizontalne tehnike u radu, izračunata su apsolutna i relativna mjerila uspješnosti.

## Rezultati i rasprava

Pokazatelji vertikalne i horizontalne analize ukazuju na potencijalna problematična područja u poslovanju koja je potrebno detaljno istražiti. Na temelju dobivenih podataka analiza prikazanih u tablici 1. može se zaključiti kako je uspješnost poslovanja analiziranog poduzeća smanjenja. Kao bazna godina uzeta je 2005. godina.

Tablica 1. Pokazatelji potencijalnih problema

Prihod od prodaje opada	Dobit se smanjuje	Obveze se povećavaju	Obrtni kapital se smanjuje
NE (rast prihoda za 80,41%)	DA (smanjenje dobiti za 64,25%)	DA (kratkotrajne obveze se povećavaju za 277,09%)	NE (obrotni kapital se povećava za 124,89%)

Iako ne upućuju svi pokazatelji na neuspješno poslovanje potrebne su određene prilagodbe u smislu promjene odluka o politici cijena, smanjenju rashoda poslovanja, politici naplate obveza proizvoda i politici naplate potraživanja. Moguće je kombinirati tehnike analize kako bi se dobili precizniji podaci. Korištenje više tehnika, imajući u vidu sva ograničenja, pomaže boljem razumijevanju neizvjesnosti (Karić, 2006). Tablice 2. i 3. prikazuju usporedbe financijskih izvješća prikazane apsolutnim veličinama i indeksima.

Tablica 2. Apsolutni rast prihoda i dobiti (verižni indeks)

Opis	2005.	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.
Prihod	6.169.397	9.554.925	9.492.196	13.432.477	9.708.946	11.130.561
Dobit	64.266	72.625	60.341	79.095	53.369	22.972

Tablica 3. Rast prihoda u odnosu na dobit (bazni indeks)

Opis	2005.	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.
Prihod	100	154,87	153,85	218,72	157,37	180,41
Dobit	100	113,00	90,86	123,07	83,04	35,74

U tablicama je vidljivo kako rastom prihoda raste dobit poduzeća u 2006. i 2008. godini, no u 2010. godini dolazi do pada dobiti u odnosu na prihod. Naime, prihod i dalje raste, ali neto dobit poduzeća je sve manja. Razlog tome je stalan rast ukupnih rashoda. Od velike je važnosti i uspoređivanje brojeva iz različitih kategorija, a analitičari ih koriste ovisno o tome koje se odnose smatra važnijima (Shim i Siegel, 2007). Pokazatelji likvidnosti izravno mjere očekivanu sposobnost poduzeća u podmirivanju dospjelih obveza uzimajući podatke iz bilance, a neizravno ukazuju na sposobnost cirkulacije imovine (Megis i Megis, 1999). Najznačajniji pokazatelji likvidnosti prikazani su u tablici 4.

Smanjenje koeficijenta financijske stabilnosti, za razliku od ostalih pokazatelja likvidnosti, pozitivna je tendencija, što znači da se u tome slučaju likvidnost i financijska stabilnost povećavaju jer se sve manji dio glavnice i dugotrajnih obveza koristi za financiranje dugotrajne imovine, a veći za financiranje kratkotrajne imovine (Gulin i sur., 2004). Povećanje koeficijenta financijske stabilnosti govori o problemima u poslovanju i smanjenju mogućnosti podmirjenja tekućih obaveza poduzeća. U 2009. i 2010. godini likvidnost i financijska stabilnost poduzeća se povećavaju što pokazuje pad koeficijenta financijske stabilnosti. Kretanje koeficijenta tekuće likvidnosti upućuje na smanjenje sposobnosti poduzeća u podmirivanju tekućih obveza iz



kratkotrajne imovine. Tendenciju rasta pokazuje koeficijent ubrzane likvidnosti što govori kako kratkotrajne obveze nisu veće od kratkotrajne imovine umanjene za zalihe kojima poduzeće raspolaže. Smatra se kako koeficijent trenutne likvidnosti ne bi trebao biti manji od 0,10 što je slučaj u analiziranom razdoblju, osim u 2005. godini kada je iznosio 0,15. Tradicionalno se graničnom zaduženosti smatra ono poduzeće kod kojeg je odnos vlastitog i tuđeg kapitala 50:50. U suvremenim uvjetima poslovanja odstupa se od tako definiranog odnosa i veći se naglasak pridaje rezultatima koji se postižu ukupnim kapitalom te se tolerira veća zaduženost i odnos vlastitog i tuđeg kapitala prema omjer 30:70 (Ranogajec, 2009).

Tablica 4. Pokazatelji likvidnosti

	2005.	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.
Koeficijent trenutne likvidnost	0,15	0,04	0,00	0,08	0,01	0,02
Koeficijent ubrzane likvidnosti	1,20	0,86	0,73	0,94	0,99	1,12
Koeficijent tekuće likvidnosti	1,93	1,40	1,27	1,58	1,45	1,15
Koeficijent financijske stabilnosti	0,87	0,93	9,15	7,41	0,80	0,91

Tablica 5. Pokazatelji zaduženosti

	2005.	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.
Koeficijent zaduženosti	0,61	0,54	0,55	0,56	0,58	0,56
Koeficijent vlastitog financiranja	0,39	0,43	0,44	0,43	0,41	0,43
Koeficijent financiranja	1,52	1,24	1,26	1,29	1,41	1,28
Koeficijent troškova kamata	0,41	0,38	0,27	0,27	0,27	0,19
Faktor zaduženosti	7,85	2,74	2,98	2,98	3,22	2,75

Koeficijent zaduženosti, koeficijent vlastitog kapitala i koeficijent financiranja upućuju na smanjenje zaduženosti i na povećanje udjela vlastitog financiranja. Koeficijent troškova kamata i faktor zaduženosti, obveze promatraju s aspekta mogućnosti njihovih podmirenja. Na primjeru analiziranog poduzeća, koeficijent troškova opada što upućuje na veću zaduženost nego prethodnih godina. Uzrok veće zaduženosti je povećanje kratkotrajnih potraživanja, a time i povećanja kratkotrajnih obveza. Nasuprot tome, kod faktora zaduženosti manji faktor znači manju zaduženost. Faktor zaduženosti pokazuje koliko je godina potrebno kako bi se iz ostvarene zadržane dobiti uvećane za amortizaciju podmirele ukupne obveze. Pokazatelji ekonomičnosti predstavljaju odnos prihoda i rashoda te koliko se prihoda ostvari po jedinici rashoda (Žager i sur., 2007).

Iz tablice 6. je vidljivo kako poduzeće posluje na granici ekonomičnosti. No potrebno je naglasiti pad ukupne ekonomičnosti na što značajno utječu negativni trendovi ekonomičnosti financiranja i redovitog poslovanja. Pokazatelji ekonomičnosti prodaje upućuju na neekonomičnost jer su rashodi prodaje veći od prihoda iste. Smanjenjem ukupnih rashoda utjecalo bi se na bolju uspješnosti poslovanja. Pokazatelji profitabilnosti prikazani u tablici 7. mjere povrat uloženog kapitala i upućuju na uspješnosti poslovanja.

Tablica 6. Pokazatelji ekonomičnosti

	2005.	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.
Ekonomičnost ukupnog poslovanja	1,01	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Ekonomičnost prodaje	1,08	0,75	0,74	0,76	0,75	0,81
Ekonomičnost redovnog poslovanja	1,08	0,75	0,74	0,76	0,92	0,81
Ekonomičnost financiranja	0,11	0,05	0,00	0,11	0,39	0,04
Ekonomičnost izvanrednih aktivnosti	0,90	4,57	2,91	3,76	1,86	2,55

Tablica 7. Pokazatelji profitabilnosti

	2005.	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.
Neto profitna marža	0,011	0,007	0,006	0,005	0,011	0,002
Bruto profitna marža	0,013	0,009	0,008	0,007	0,013	0,018
Neto rentabilnost imovine	0,006	0,006	0,005	0,006	0,013	0,002
Bruto rentabilnost imovine	0,008	0,008	0,006	0,008	0,015	0,005
Rentabilnost vlastitog kapitala	0,017	0,014	0,011	0,015	0,011	0,004

eto rentabilnost imovine pokazatelj je uspješnosti korištenja imovine u stvaranju dobiti, a za promatrano razdoblje pokazuje vrlo niske stope sa tendencijom smanjenja. Kako bi poduzeće poslovalo profitabilnije važno je sastaviti godišnji plan poslovanja koji će djelovati na novčane primitke i izdatke. Na temelju tih podataka potrebno je izraditi godišnji financijski plan koji se može koristiti kao instrument kontrole pri realizaciji očekivanog neto dobitka. Prilikom izračunavanja koeficijenta aktivnosti koriste se podaci iz bilance i računa dobiti gubitka. Poželjno je da koeficijent bude što veći broj, a vrijeme vezivanja imovine što kraće. Kada je koeficijent poznat moguće je utvrditi i trajanje naplate potraživanja. Koeficijent obrta ukupne i kratkotrajne imovine i koeficijent obrta potraživanja prikazani su u tablici 8.

Koeficijent obrtaja ukupne imovine trebao bi biti što veći, a pokazuje učinkovitost upotrebe kapitala u ostvarenju prihoda. Kada je u pitanju koeficijent obrtaja kratkotrajne imovine, on bi također trebalo biti veći od jedan i upućivati na učinkovitost upotrebe kratkotrajne imovine u svrhu ostvarivanja prihoda. U oba slučaja tablica 8. pokazuje tendenciju rasta navedenih koeficijenata što znači da se smanjuje prosječno trajanje obrta. Na razini koeficijenta obrtaja potraživanja u 2007., 2008., i 2009. godini dolazi do tendencije smanjivanja koeficijenta što znači da se produžava trajanje naplate potraživanja. U 2010. godini koeficijent obrta potraživanja se povećava što govori o smanjenju vremena trajanja naplate potraživanja u odnosu na prethodne godine kako pokazuje tablica 9.

Tablica 8. Pokazatelji aktivnosti

	2005.	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.
Koeficijent obrta ukupne imovine	0,65	0,82	0,81	1,11	1,16	1,29
Koeficijent obrta kratkotrajne imovine	2,89	3,47	2,73	2,58	2,64	3,28
Koeficijent obrta potraživanja	5,34	5,98	4,78	3,06	2,60	3,45

Tablica 9. Trajanje naplate potraživanja izraženo u danima

	2005.	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.
Trajanje naplate potraživanja (dani)	67	60	75	117	138	104

Trajanje naplate potraživanja prikazuje tendenciju smanjenja, sa 138 dana u 2009. godini kada je taj period bio najduži, na 104 dana u 2010. godini. Dugi period naplate potraživanja, ali i neplaćanja, uzrokuju izostanak ulaganja u razvoj, što doprinosi smanjenju konkurentne sposobnosti. Dolazi do pada prodaje proizvoda koje više nisu konkurentni jer ne mogu pratiti trend razvoja. Poduzeće se pokušava zadužiti kako bi refinanciralo dospjele dugove i time održalo likvidnost. Kako bi poduzetnik na vrijeme reagirao u poslovnim aktivnostima i time utjecao na pojavu nelikvidnosti u svom poduzeću, on mora znati prepoznati znakove koji predviđaju nelikvidnost poduzeća (Šarlija i sur., 2009). Važnost analize financijskih izvješća je upravo u tome da se prepoznaju znakovi koji dovode do problema u poslovanju i na temelju njih se kreira poslovna politika za buduće razdoblje. U ovom primjeru to je kraće razdoblje naplate potraživanja.

### Zaključak

Na temelju financijskih izvješća izračunati su poslovni pokazatelji uspješnosti koji upućuju na postojanje problema u poslovanju analiziranog poduzeća. Struktura aktive pokazuje kako je više od 50% ukupne imovine poduzeća imobilizirano u dugotrajnoj imovini. Obrtna imovina ili neto radni kapital postoji, iako u posljednje dvije promatrane godine ima tendenciju pada. Dobit iz poslovanja naglo se smanjuje. Likvidnost poduzeća je nezadovoljavajuća i smanjuje se što upućuje na sve teže podmirenje dospjelih obveza. Povećava se udio vlastitog financiranja, a dugotrajna zaduženost se smanjuje. Istodobno se povećava kratkotrajna zaduženost. Visoki financijski rashodi utječu na nisku ekonomičnost poslovanja sa tendencijom pada. Ostvaruju se vrlo niske stope rentabilnosti imovine i kapitala. Smanjenje prosječnog trajanja obrta imovine upućuje na učinkovitiju uporabu kapitala u ostvarenju prihoda poduzeća, dok trajanje naplate potraživanja iznosi više od sto dana. Na temelju rezultata analize potrebno je poduzimanje inicijativa kojima je svrha umanjiti negativne pokazatelje, a uvećati pozitivne rezultate. To bi svakako podrazumijevalo djelovanje usmjereno na smanjenje ukupnih rashoda poduzeća i dobro oblikovanu kreditnu politiku koja bi motivirala kupce na plaćanje potraživanja poduzeću u zadanom dospjeću. Uredno podmirenje potraživanja utjecalo bi i na bolju politiku naplate obveza poduzeća. Važno je sastaviti godišnji plan poslovanja koji djeluje na novčane primitke i izdatke, te na temelju takvih podataka izraditi financijski plan koji će koristiti kao instrument kontrole pri realizaciji očekivanog neto dobitka.

**Literatura**

- Gulin D., Tušek B., Žager L. (2004). Poslovno planiranje, kontrola i analiza. Hrvatska zajednica računovođa i financijskih djelatnika. Zagreb, str. 192-195.
- Karić M. (2006). Poduzetničko računovodstvo. Ekonomski fakultet u Osijeku. Osijek, str. 182-203.
- Megis R.F., Megis W.B. (1999). Računovodstvo: Temelj poslovnog odlučivanja. Mate. Zagreb, str. 922-947.
- Ranogajec Lj. (2009). Računovodstvo u poljoprivredi. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. Osijek, str. 58-80.
- Shim J.K., Siegel J.G. (2007). Upravljačke financije. Zgombić & partneri. Zagreb, str. 25-29.
- Šarlija N., Penavin S., Harc M. (2009). Previđanje nelikvidnosti poduzeća u Hrvatskoj. Zbornik Ekonomskog fakulteta u Zagrebu 7(2):21-36.
- Žager K., Tušek B., Vašiček V., Žager L. (2007). Osnove računovodstva, računovodstvo za neračunovođe. Ekonomski fakultet Zagreb i Hrvatska zajednica računovođa i financijskih djelatnika. Zagreb, str. 185-200.

**sa2012\_0203**

# Značenje modela točke pokrića u proizvodnji mlijeka

Jadranka DEŽE, Ljubica RANOGAJEC, Pero MIJIĆ, Denis MEHIĆ

Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultetu Osijeku, Trg Svetog Trojstva 3, 31000 Osijek, Hrvatska  
(e-mail: jdeze@pfos.hr)

## Sažetak

Razina ekonomske uspješnosti proizvodnje mlijeka ovisi o tehnološkim i tehničkim uvjetima. Kontrola učinkovitosti korištenja resursa gospodarstva jedan je od osnovnih zadataka menadžera. Korištenje resursa moguće je vrijednosno pratiti kroz troškove koji nastaju u proizvodnji i kojima je neophodno kvalitetno upravljati. Cilj rada je analiza proizvodnje mlijeka primjenom modela točke pokrića. Izračunati su relativni ekonomski pokazatelji uspješnosti u razdoblju od 2006.-2010. godine. Utvrđen je iznos doprinosa za pokriće i stope za pokriće promjenjivih troškova. Zaključno je izračunata minimalno potrebna količina mlijeka koju je neophodno realizirati na tržištu kako ne bi nastao gubitak.

ključne riječi: točka pokrića, proizvodnja mlijeka

## Applying Break-Even Analysis in milk production

### Abstract

Levels of economic efficiency in milk production depend on technology and technical conditions. One of the main tasks of managers is to control the efficiency of use farms resource. It is necessary to well manage the resources which are possible to control of productions cost. The goal of the paper is to analysis the production using the model of break-even point. It's calculated the relative and absolute indicators of economic efficiency in the period of 2006-2010. Recognised is the amount of contributions for the coverage and rates to cover the variable costs. In conclusion, calculated is minimum required quantity of milk that is necessary to realize the market that not has been incurred the losses.

Key words: Break-Even Analysis, milk production

### Uvod

Menadžerima su neophodne pravodobne i točne informacije o troškovima i proizvodnji kako bi kvalitetno poslovno odlučivali. Ekonomski rezultati proizvodnje mlijeka ovisi o praćenju odnosa ostvarene količine mlijeka po muznoj kravi, troškova po jedinici proizvoda, prodajnih cijena i razini neto dobiti. Analiziranje i upravljanje troškovima omogućuje prepoznavanje optimalne razine proizvodnje i uloženi resursa u proizvodnju te njihove odnose. Kao rezultat analiziranja uz primjenu modela točke pokrića menadžeri imaju kvalitetan alat za poslovno odlučivanje o optimalnom odnosu troškova, neophodnoj količini prodanih proizvoda te minimalnoj prodajnoj cijeni gotovog proizvoda namijenjenog tržištu. Knjigovodstvene evidencije osnova su za praćenje troškova, ipak one ne osiguravaju menadžmentu dovoljno informacija potrebnih za poslovno odlučivanje. Zbog toga je potrebno dopuniti informacijsku osnovu podacima o prodajnim cijenama, promjenama zakonske legislativne u vezi sa sigurnosti hrane, zdravljem potrošača i općenito uvjetima vanjskog okruženja (Key, 2008.). Navedeno je povezano sa vanjskim izvorima rizika u

poslovnom odlučivanju što može dodatno umanjiti kvalitetu poslovnih odluka i na taj način smanjiti proizvodnu konkurentnost na tržištu. U cilju donošenja kvalitetnih i pravodobnih poslovnih odluka, model točke pokrića pruža podatke potrebne za odluke o promjeni opsega, strukture i tehnologije proizvodnje. Istodobno, model je koristan za utvrđivanje pogrešaka u upravljanju proizvodnjom, te za potrebe dugoročnog planiranja.

### Materijal i metode

Proizvodnja mlijeka je kapitalno intenzivna stočarska proizvodnja te kao takva je posebno osjetljiva na područje upravljanja resursima poljoprivrednog gospodarstva. Razinu ekonomske uspješnosti proizvodnje moguće je pratiti na osnovi knjigovodstvenih i računovodstvenih podataka gospodarstva (Karić, 2008.). U radu su korišteni podaci poljoprivrednog gospodarstva specijaliziranog za proizvodnju mlijeka u razdoblju od 2006. do 2010. godine. Kapacitet proizvodnje u navedenom razdoblju je prosječno 71 (69±75) muzno grlo Holstein Friesian pasmine sa proizvodnim stajskim prosjekom 21,16 litara. Godišnja proizvodnja na gospodarstvu je prosječno 455.746 litara mlijeka, odnosno po muznom grlu 6.454 litre (6.350±6.550). Kako bi se pratila ekonomska uspješnost proizvodnje mlijeka korištena je metodologija izrade analitičke kalkulacije u stočarskoj proizvodnji koja koristi osnovu jedinicu kapaciteta, odnosno jednu muznu kravu (Grgić, 2002.). Empirijskom metodom prema osjetljivosti na promjene opsega proizvodnje, odvojena je skupina stalnih od promjenjivih troškova te je izračunata minimalna vrijednost doprinosa za pokriće promjenjivih troškova u proizvodnji mlijeka kao i stopa doprinosa za pokriće (Deže, 2010.).

Doprinos za pokriće = Tržišna vrijednost proizvoda – Vrijednost promjenjivih troškova;

Stopa doprinosa = (Doprinos za pokriće / Tržišna vrijednost proizvoda) × 100,

Točka pokrića = Ostvarena proizvodnja × Ukupni troškovi / Ukupni prihodi

Model točke pokrića (Grgić, 2005.) koristi se za upravljanje troškovima kada ukupna vrijednost proizvodnje na gospodarstvu počinje opadati. Analizirani rezultati prikazani su matematički i grafički radi bolje preglednosti.

### Rezultati i rasprava

Proizvodnja mlijeka je tehnološki vrlo zahtjevna jer tijekom proizvodnog procesa nema većih sezonskih oscilacija. Visoka je razina potrebne opremljenosti mehanizacijom i opremom u proizvodnim i pratećim objektima te komunalnom i ostalom infrastrukturu. Zbog visine financijskih ulaganja u reprodukcijski proces iznimno je važno neprestano pratiti ekonomske pokazatelje. Pretpostavka ekonomske uspješnosti ovisna je o tehnološkim pokazateljima u proizvodnji.

Tablica 1. Tehnološki pokazatelji proizvodnje mlijeka i teladi

Opis	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.
Broj muznih krava	69	75	74	70	65
Proizvodnja mlijeka	21,25	21,31	20,95	21,48	20,82
Proizvodnja l/kravi/god	6.480,00	6.500,00	6.390,00	6.550,00	6350,00
Ukupna proizvodnja	447.120,00	487.500,00	472.860,00	458.500,00	412.750,00
Vrijednost proizvodnje	1.117.800,00	1.218.750,00	1.134.864,00	1.100.400,00	990.600,00
Broj teladi	58,00	64,00	63,00	59,00	55,25

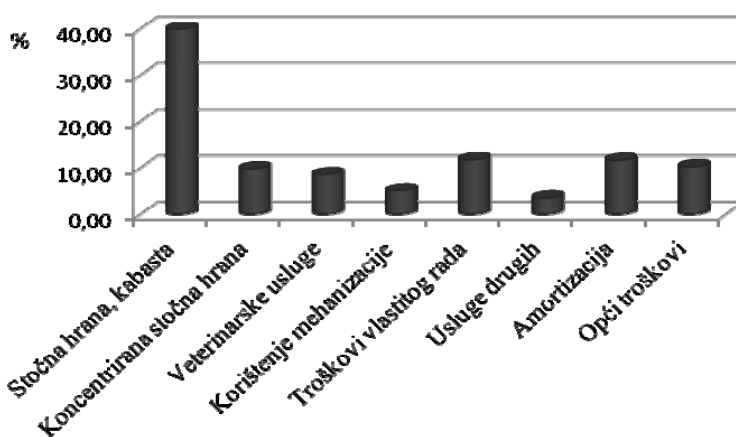
U analiziranom razdoblju istraživani su proizvodni rezultati osnovnog stada muznih krava sa prosječnim brojem od 71 grla (69±75) Holstein Friesian pasmine te proizvodnim stajskim prosjekom 21,16 litara. Godišnja proizvodnja na gospodarstvu je prosječno 455.746 litara mlijeka, odnosno po muznom grlu 6.454 litre (6.350±6.550). Budući da proizvodnja mlijeka ima vezane proizvode, uz mlijeko proizvodi se i telad sa 85% oteljene i vitalne teladi u odnosu na ukupan broj muznih krava. Pod pretpostavkom da je 50% muška, a ostalo ženska telad, u vrijednost proizvodnje uračunata je samo vrijednost muške teladi, izlazne tjelesne mase od 120 kg i prosječne tržišne cijene od 20 kn/kg. Vrijednost proizvodnje mlijeka se mijenjala ovisno o promjenama udjela mliječne masti od prosječno 4,30%, bjelančevina 3,63%, ukupnim brojem bakterija od 11.000 uz broj somatskih stanica od 67.980 prosječno. U skladu sa ovom kategorizacijom prosječna cijena

mlijeka bila je u analiziranom razdoblju 3,68 kn i 3,81 kn, a nakon izmijenjenih uvjeta o osnovnoj cijeni mlijeka 2008. godine nastala je značajna promjena u vrijednosti koja je opadala sa 3,62 kn na 3,52 kn te je u posljednjoj godini je iznosila 3,39 kn po litri predanog mlijeka.

Tablica 2. Kalkulacija proizvodnje mlijeka i teladi

Elementi	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.
A. Ukupni prihodi	1.724.094,00	1.927.558,88	1.785.752,00	1.682.567,11	1.465.222,50
Mlijeko	1.117800,00	1.218.750,00	1.134.864,00	1.100.400,00	990.600,00
Državne potpore	308.238,00	374.222,22	336.800,00	299.377,78	206.375,00
Premije mljekare	221.256,00	264.986,66	238.488,00	211.989,33	202.247,50
Telad	76.800,00	69.600,00	75.600,00	70.800,00	66.000,00
B. Ukupni troškovi	1.249.982,16	1.444.631,04	1.333.423,48	1.194.724,83	1.196.429,22
Stočna hrana iz vlastite proizvodnje	494.208,00	586.421,00	527.778,90	469.136,80	479.126,46
Koncentrirana stočna hrana	117.502,00	145.180,00	130.672,00	116.144,00	117.098,48
Veterinarske usluge	106.950,00	116.250,00	114.700,00	108.500,00	100.750,00
Korištenje mehanizacije	66.399,30	72.348,60	65.113,50	57.878,88	59.665,62
Troškovi rada	154.931,70	168.813,40	151.931,50	135.050,72	139.219,78
Usluge drugih	38.918,00	51.779,00	46.601,10	41.423,20	40.823,47
Amortizacija	144.900,00	157.500,00	155.400,00	147.000,00	136.500,00
Opći troškovi	126.173,16	146.339,04	141.226,48	119.591,23	123.245,41
C. Financijski rezultat	474.111,84	482.927,84	452.328,52	487.842,28	268.793,28
D. Cijena koštanja	1,81	1,87	1,87	1,70	1,96

Voluminozna stočna hrana: silaža, sjenaža i sijeno se proizvode na vlastitim površinama. Kupovinom se nabavlja koncentrirana hrana kao proteinska i produktivna komponenta neophodna za visoke proizvodne rezultate. U strukturi ukupnih troškova ove dvije vrste zastupljene su sa prosječno 49,59% što je zadovoljavajući udjel obzirom na tehnologiju i kapacitet proizvodnje.



Grafikon 1. Prosječna struktura troškova u razdoblju od 2006.-2010. godine

Od ostalih vrsta troškova (Grafikon 1.) slijede troškovi rada ljudi 11,68% i troškovi amortizacije objekata, opreme i osnovnog stada sa 11,55%. Ove dvije vrste su podjednako značenja za planiranje i upravljanje proizvodnjom. Na taj način su prepoznate tri dominante vrste troškova sa ukupnim udjelom od 73% na koje je potrebno djelovati kako bi se postigao rast ekonomske uspješnosti proizvodnje. Ostali troškovi su zastupljeni značajno manjim udjelima i uglavnom pripadaju stalnim troškovima koji ne ovise o promjenama opsega proizvodnje te zbog toga ne predstavljaju značajne izvore rizika koji se mogu odraziti na cjelokupne ekonomske rezultate proizvodnje.

## Applying Break-Even Analysis in milk production

Tablica 3. Pokazatelji ekonomske uspješnosti proizvodnje mlijeka

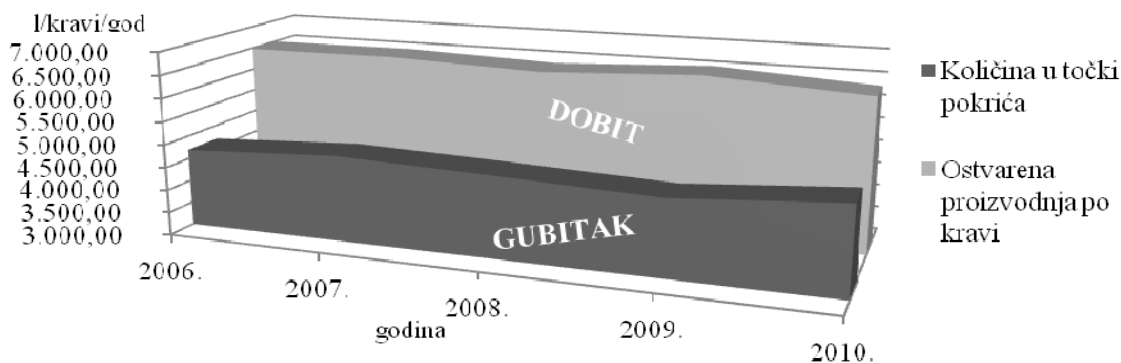
Elementi	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.
A. Ukupni prihodi	1.724.094,00	1.927.558,88	1.785.752,00	1.682.567,11	1.465.222,50
B. Ukupni troškovi	1.249.982,16	1.444.631,04	1.333.423,48	1.194.724,83	1.196.429,22
- troškovi vlastitog rada	154.931,70	168.813,40	151.931,50	135.050,72	139.219,78
C. Financijski rezultat	474.111,84	482.927,84	452.328,52	487.842,28	268.793,28
D. Dobit po muznoj kravi	6.871,19	6.439,04	6.112,55	6.969,18	4.135,28
Koeficijent ekonomičnosti	1,38	1,33	1,34	1,4	1,22
Stopa rentabilnosti (%)	27,50	25,05	25,33	28,95	18,34
Produktivnost (l/h)	2,89	2,89	3,11	3,45	2,96
Produktivnost (h/l)	0,35	0,35	0,32	0,29	0,34

Za menadžere je osobito značajna dobit po grlu jer je to mjerilo uspješnosti kako tehnologije tako i ekonomike proizvodnje. U analiziranom razdoblju dobit je ujednačena prve tri godine nakon čega je porasla, a potom naglo pala. Razlog je izrazito, agroklimatski nepovoljna 2010. godina kada je proizvodnja vlastite hrane bila nedostatna što je utjecalo na smanjenje osnovnog stada i povećalo troškove proizvodnje. Ovakvo stanje se odrazilo na relativne pokazatelje uspješnosti: ekonomičnost, rentabilnost i produktivnost.

Tablica 4. Kalkulacija na osnovi promjenjivih troškova

Elementi	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.
A. Ukupni prihodi	1.724.094,00	1.927.558,88	1.785.752,00	1.682.567,11	1.465.222,50
B. Ukupni troškovi	1.249.982,16	1.444.631,04	1.333.423,48	1.194.724,83	1.196.429,22
- stalni	437.493,76	577.852,42	533.369,39	477.889,93	478.571,69
- promjenjivi	812.488,40	866.778,62	800.054,09	716.834,90	717.857,53
C. Doprinos za pokriće promjenjivih troškova	974.104,70	1.060.780,26	985.697,91	965.732,21	747.364,97
D. Stopa doprinosa za pokriće (%)	56,50	55,03	55,20	57,40	51,01
E. Količina proizvodnje u točki pokrića	4.698,05	4.871,50	4.771,42	4.650,90	4.908,75

Odvajanje stalnih i promjenjivih troškova potrebno je za izračun doprinosa i stope za pokriće promjenjivih troškova. Utvrđen je najviši vrijednosni doprinos u 2007. godini kada je ostvaren iznos za pokriće promjenjivih troškova uz stopu od 55%. Cilj je proizvođača ostvariti što nižu stopu uz što viši doprinos, što znači da je ostatak vrijednosti raspoloživ za pokriće svih ostalih troškova. Izračunavanjem točke pokrića utvrđena je minimalna količina mlijeka koju je potrebno realizirati na tržištu kako bi se iz zone gubitka prešlo u zonu dobiti.



Grafikon 2. Usporedni prikaz ostvarene proizvodnje i proizvodnje u točki pokrića

U analiziranom razdoblju količina u točki pokrića se mijenjala od 71-77% ukupno proizvedenog mlijeka (Grafikon 2.). Utvrđeno je kako su potrebne preventivne aktivnosti kako bi se zaustavio rast točke pokrića.

### Zaključak

Praćenjem i analizom tehnoloških pokazatelja proizvodnje mlijeka utvrđene u promjene u ostvarenoj proizvodnji  $6.350 \pm 6.550$  l/kravi/god, odnosno 3,05%. Modelom točke pokrića utvrđene su značajno veće promjene  $4.650 \pm 4.908$  l/kravi/god, odnosno 5,25% te je zaključeno kako je tehnologija proizvodnje relativno stabilna uz višu razinu promjena točke pokrića kao modela kojim je moguće pratiti uspješnost upravljanja troškovima proizvodnje. Primjenom modela izračunata je minimalna prodajna količina mlijeka kojom gospodarstvo ne ostvaruje gubitke od prosječno 74% ukupno proizvedenog mlijeka.

### Literatura

- Deže, J., Ranogajec, Lj., Crnčan, A., Kristić, J. (2010.): Break-Even Analysis (BEA) in egg production, Poljoprivreda, 16:2010 (2), Poljoprivredni fakultet u Osijeku, str. 47-50.
- Grgić, Z., Šakić, B. Očić, V. (2005): Prag rentabilnosti proizvodnje mlijeka u različitim proizvodnim sustavima obiteljskih gospodarstava, Stočarstvo, 59., str. 425-432.
- Grgić, Z., Franić, R. (2002.): Efikasnost proizvodnje mlijeka u obiteljskom gospodarstvu, Mljekarstvo, 52(1), str. 51-60.
- Karić, M. (2008.): Upravljanje troškovima, Ekonomski fakultet u Osijeku, Osijek
- Key, R.D., Edwards, W.M., Duffy P.A. (2008.): Farm management, Sixth Edition McGraw-Hill International Edition, New York

sa2012\_0204



# ARKOD – integrirani pristup

Ivan GREGIĆ, Ivan ŠTEFANIĆ

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet, Trg sv. Trojstva 3, Osijek, Hrvatska  
(e-mail: igregic@pfos.hr)

## Sažetak

Više od 60% pravne stečevine vezano je uz poljoprivredu i više od 50% proračuna EU se izdvaja za poljoprivredu. Iz potrebe kontrole potpora Zajedničke Poljoprivredne Politike-ZPP, EU je razvila integrirani sustav kontrole potpora u poljoprivredi temeljen na nadzoru zemljišnih čestica-LPIS. Europska unija obvezuje sve države članice na izgradnju izričitog sustava registriranja plaćanja subvencija, u odnosu na stvarno obrađenom zemljištu, zasnovanog na zračnim fotografijama. ARKOD je evidencija uporabe poljoprivrednog zemljišta u RH. Glavna teza koju si postavljamo je: može li ARKOD biti više od sredstva kontrole potpore u poljoprivrednoj proizvodnji?

Ključne riječi: EU, ZPP, LPIS, ARKOD

## ARKOD - Integrated approach

### Abstract

More than 60% of the *acquis communautaire* is related to agriculture and more than 50% of the EU budget is allocated for agriculture. For control purposes of subsidies from Common Agricultural Policy-CAP, the EU has developed an integrated control system of subsidies in agriculture, based on inspection of land parcels-LPIS. The European Union obliges all Member States to build an explicit system of registration of payment of subsidies in relation to the actual cultivated land, based on aerial photos. ARKOD is evidence of use of agricultural land in Croatia. The main thesis which thou ask is: can ARKOD be more than a means of controlling subsidies in agricultural production?

Key words: EU, CAP, LPIS, ARKOD

### Uvod

ZPP je tijekom povijesti prolazila kroz nekoliko reformi s ciljem postizanja konkurentnosti poljoprivrednog sektora Europske unije usmjeravajući proizvodnju prema tržišnim zahtjevima, a ne prema državnim intervencijama i potporama. Temelji ZPP postavljeni su 1957. godine Rimskim ugovorom. Poljoprivredna je politika već u početku izgradnje združene Europe postala kamen spoticanja, izvorom neslaganja i čestih sukobljavanja unutar Unije (Mihalj, 1999). Subvencije su opći instrument javne politike. Na svjetskoj razini, iznos subvencija godišnje dostiže razinu od 1 trilijuna \$, što čini 4% svjetskog BDPa (Pearce, 2003; van Beers i sur., 1998 prema Schmid i sur., 2007). Glavni dio koncentriran je u poljoprivredi, rudarstvu i cestovnom prijevozu. Odgovarajuće upravljanje poljoprivrednom proizvodnjom i distribucija financijskih sredstava EU kontrolira se Zajedničkom poljoprivrednom politikom (ZPP). Najveći dio financijskih potpora koje EU pruža zemljama članicama vezano je uz poljoprivredu. U 2004. godini EU je potrošila otprilike 48 milijardi € na poljoprivredu. Kad se uračunaju i druge neizravne mjere potpore, utrošak sredstava je oko 100 milijardi € (OECD, 2004 prema Schmid i sur., 2007).

## IACS

Usljed sve većih izdataka za poljoprivredu EU je odlučila uvesti sustav stroge kontrole plaćanja subvencija u poljoprivredi - Integrirani administrativni i kontrolni sustav - IACS kao dio ZPP EU koji je kritičan za dobro upravljanje i kontrolu ZPP (AGRIFOR i GOPA, 2009). Reforma ZPP 1992.g. omogućila je izravne potpore poljoprivrednicima financirane iz Europskog fonda za usmjeravanje i garancije u poljoprivredi, EAGGF. Uvođenjem reformi znatno se povećao broj primatelja pomoći, kao i rizik nepravilnosti i mogućnost prijevare. Provođenje i primjena IACS jamči da se transakcije financirane iz budžeta EU u sklopu EAGGF koriste u skladu s obvezujućim odredbama na temelju nacionalnih zakona i zakonodavstva EU (Carrigan i sur., 2005). Tijekom godina provođenja IACS sustava, proglašene vrijednosti čestica od strane poljoprivrednika često nisu predstavljale realno stanje (Oesterle i Wildmann, 2003). IACS je uveden iz razloga kako bi se izbjegli navedeni rizici, te kako bi se poboljšala učinkovitost sustava izravnih plaćanja prema poljoprivrednicima u sklopu ZPP. Revizorski sud EU, u godišnjem izvješću ocjenjuje IACS u uvjetima pravilne primjene kao učinkovit sustav kontrole za ograničavanje rizika pogreške ili nepravilnosti izdataka (Etievant, 2007). Svaka nova država članica EU obavezna je uspostaviti IACS.

## LPIS

Sustav za nadzor zemljišnih čestica, LPIS, vjerojatno je jedan od najsloženijih i najučinkovitijih podsustava IACS sustava. LPIS sustavi danas šire područje svojeg djelovanja prema tzv. „drugom stupu“ Zajedničke poljoprivredne politike, održivom ruralnom razvoju, koji vode računa o okolišu i društvenim potrebama.

Iako su zakonske odredbe za uspostavu LPIS sustava jednake za sve, uspostavljanje se razlikovalo u određenim državama članicama EU. Neke države koristile su postojeće zemljišne knjige i katastarske podatke kao početnu točku za stvaranje nove baze podataka (LPIS), a neke države su odabrale sustav rasporeda zemljišta po proizvodnim blokovima (Inan i sur, 2010). Referentna čestica LPIS sustava nije jednaka u svim zemljama članicama. Oesterle i Hahn (2004) navode 3 moguće referentne čestice: katastarska čestica, poljoprivredna čestica i blok. LPIS sustavi u svim državama članicama posjeduju različite karakteristike, odnosno samo neke osnovne značajke koje se nameću propisima IACS sustava, iako funkcioniraju slično pri upravljanju poljoprivrednim subvencijama.

Diljem EU, za osnovu uspostavu LPIS sustava nisu korišteni katastarski sustavi zbog svojih tehničkih karakteristika (Inan i Cete, 2007). Prema autorima, najčešće spominjan temeljni nedostatak katastarskih sustava jest što se oni bave pravima vlasništva, a ne poljoprivrednom djelatnošću. U kontekstu isplativosti, prema Inan i Cete (2007), izazov je održavanje LPIS sustava i sustava katastra jer zahtijevaju znatne investicije. Integrirani pristup koji uključuje sustav katastra i prijava poljoprivrednih potpora mogao bi biti velika mogućnost u vidu opće funkcionalnosti i isplativosti. Tek nekoliko država članica ima IACS/LPIS zasnovan na sustavu za upravljanje zemljištem, a većina država ima posebna rješenja, npr. korištenje drugih referentnih čestica. Inan i sur. (2010) navode da u nekim državama članicama katastar i zemljišne knjige nisu odgovarajuće ustrojene i organizirane te trebaju daljnji razvoj kako bi se na njihovoj bazi mogao organizirati IACS/LPIS sustav.

## ARKOD

Za provedbu izravnih plaćanja u sklopu ZPP EU, nužno je uspostaviti IACS i njegovu najvažniju komponentu za praćenje potpora u poljoprivredi - Sustav za identifikaciju zemljišnih čestica, LPIS. U Hrvatskoj je navedeni sustav nazvan ARKOD i on se sastoji od korisničke aplikacije za unos grafičkih i opisnih podataka o upotrebi poljoprivrednog zemljišta i web-GIS preglednika za javnu upotrebu. Uspostava IACS sustava podrazumijeva uspostavu LPIS sustava u kojem će se postojeća alfanumerička baza podataka katastra zamijeniti prostornim podacima baziranim na kartografskim podlogama, korištenjem GIS tehnologija. U tablici 1. prikazani su troškovi uspostave ARKOD sustava.

Tablica 1. Financiranje uspostave ARKOD sustava

Namjena sredstava	Iznos sredstava	Izvor sredstava
Inicijalna uspostava LPIS sustava	25 milijuna kn	Kredit Svjetske banke
Izrada dijela prostornih podloga	25 milijuna kn	CARDS/PHARE
Preostali dio sredstava	70 milijuna kn	Proračun RH (2008/09)
Ukupno	120 milijuna kn	

Izvor: Vlada RH (2007)

Kod uspostave sustava, prema Pravilniku (MPŠVG, 2009) nužno je kao osnovne prostorne podloge osigurati - digitalne ortofoto karte (bazirane na avio ili satelitskim snimkama) koje se moraju obnavljati minimalno svakih 5 godina. ARKOD podaci su javni i dostupni na internet stranicama Agencije. ARKOD parcela je osnovna jedinica upisa u ARKOD, a jednaka je poljoprivrednoj parceli. Upis je počeo 2009. godine i trenutno je upisano preko 144.000 poljoprivrednih gospodarstava. Za prijavu potpora za 2011. godinu nužan je upis u ARKOD. U grafikonu 1. prikazana je shema uspostave i funkcioniranja ARKOD sustava.



Grafikon 1. Uspostava i funkcioniranje ARKOD sustava

### Integrirani pristup IACS/LPIS/GIS sustava

Odnedavno se LPIS smatra centralnom geografskom bazom podataka sposobnom za pružanje najtočnije i najvažnije informacije o trenutnom zauzeću zemljišta i promjenama korištenja zemljišta (Grandgirard i Zielinski, 2008). Prema autorima europska administracija i znanstvena zajednica danas priznaju LPIS kao osnovu za rješavanje ekonomske održivosti europske poljoprivrede. Glavna poteškoća kod upotrebe alfanumeričkog sustava jest učinkovitost i trošak provjere poljoprivrednih čestica i upravo je to područje koje se upotrebom GIS sustava može značajno unaprijediti.

Pérez (2005) novi sustav za identifikaciju zemljišnih čestica, LPIS, vidi kao neku vrstu „katastra“ usmjerenog na svrhu na upravljanje poljoprivrednim pitanjima. Autor navodi da zemlje koje su u postupku izrade katastra i LPIS sustava imaju priliku stvoriti jedinstveni integralni sustav, višenamjenski katastar, koji ispunjava zahtjeve LPIS sustava. Pizziol i sur. (2009) vide LPIS kao upravljački alat za unapređenje poljoprivredne proizvodnje, u smislu procjene potencijalnog prostora za proizvodnju GMO kukuruza. Leteinturier i sur. (2006) vide LPIS sustave kao odličan način implementacije zemljišno - okolišnih indikatora kao što je indikator plodoreda.

GIS/LPIS sustavi učinkoviti su alati i kod mjera kontrole bolesti. U Irskoj se primjenjuje takav sustav kontrole kojim se, koristeći se podacima iz LPIS baze podataka, može predvidjeti širenje bolesti i na vrijeme reagirati kako bi se spriječila pandemija (DAFF, 2003). Bastian i sur. (2002) koriste GIS podatke prilikom procjene vrijednosti zemljišta. GIS tehnologija pruža mogućnost kombiniranja više izvora podataka kao podaci iz pregleda tla, vektorizirane karte, satelitske i snimke iz zraka različitih tipova (vektori, rasteri) i rezoluciju na složen način koje omogućavaju bolje odgovore na pitanja koja postavljaju znanstvenici (Kamińska i sur., 2004).

IACS može služiti i kao moćan informacijski sustav za druge aktivnosti u poljoprivrednom sektoru, kao što su određivanje utjecaja subvencija (potpora), proizvodnih kvota te akcije upravljanja. LPIS poljoprivrednicima u Češkoj pruža informacije o ograničenjima u poljoprivrednoj proizvodnji vezanima uz nitratnu direktivu te informacije o izvršenim agrokemijskim testiranjima tla, a u budućnosti je moguća izgradnja opsežnog teritorijalnog informacijskog sustava-LPIS koji bi se mogao koristiti i u drugim sferama državne administracije koje ne rade isključivo s poljoprivrednim zemljištem (Sladkova, 2008). U Poljskoj je upotreba suvremenih tehnologija prilikom uspostave LPIS sustava omogućila razvoj integriranog IT sustava u kratkom vremenu koji pokriva cijelu Poljsku te trenutno predstavlja najdetaljniji i najpouzdaniji izvor podataka vezan uz poljoprivredu i poljoprivredno zemljište (Carrigan i sur., 2005).

Daljinska istraživanja u Mađarskoj se koriste za prikupljanja informacija u poljoprivredi od 1980. godine (Csornai i sur., 2007). Godine uporabe CROPMON sustava, za nadzor usjeva, bile su dobar temelj za uspostavu mađarskog sustava za nadzor i kontrolu zemljišnih čestica, MePAR, i sustava za kontrolu daljinskim istraživanjem, CwRS. Csornai i sur. (2007) ističu da je jedna od najranijih primjena tehnologija CROPMON sustava nadzor prirodnih nepogoda, odnosno poplava i suša. Autori navode da je znanje i iskustvo kod uspostave CROPMON sustava dovelo do niza drugih primjena tehnologije daljinskog istraživanja, među njima i sustav nadzora ambrozije.

### Zaključak

Uspostava IACS sustava i njegove najvažnije komponente, LPIS sustava, za nadzor potpora u poljoprivredi uvjet je za provedbu izravnih plaćanja u sklopu ZPP. IACS je nastao kao mjera kontrole ostvarivanja potpora u poljoprivredi, ali polako prelazi u integrirani sustav upravljanja poljoprivrednim zemljištem i nadilazi svoju prvotnu funkciju.

Hrvatska je kao zemlja kandidat EU preuzela obvezu uspostave IACS/LPIS sustava kao dio pravne stečevine EU. Razvijen je poseban sustav, a nesređene zemljišne knjige i spora administracija mogući su razlozi zašto se u RH nije pristupilo izradi integriranog sustava koji bi objedinio zemljišne knjige i sustav kontrole poticaja.

Primjeri drugih zemalja EU nam pokazuju da je moguće razviti integrirani sustav, ne samo kontrole potpora u poljoprivredi, nego upravljanja poljoprivrednim zemljištem, nadzora nepogoda, epidemija bolesti, kontrole korova i niza drugih aktivnosti čije značenje je daleko šireg interesa od same poljoprivredne proizvodnje. Uz sinergiju nadležnih institucija, regionalne i lokalne samouprave, te potporu znanstvene zajednice ARKOD sustav je moguće unaprijediti u integrirani sustav upravljanja poljoprivrednim zemljištem koji bi mogao doprinijeti strategiji razvoja poljoprivrede u Hrvatskoj.

### Literatura

- AGRIFOR and GOPA (2009): Integrated Administration and Control System (IACS): Role and Best Practice. *National ISMAFRD Workshop to review MAFRD policy for 2009-13*. Kosovo, 15<sup>th</sup> January 2009, 7 pp.
- Bastian, T.C., McLeod, D.M., Germino, M.J., Reiners, W.A., Blasko, B.J. (2002): Environmental amenities and agricultural land values: a hedonic model using geographic information systems data. *Ecological Economics*, 40: 337-349.
- Carrigan, R., Milton, R., Morrow, D. (2005): Integrated administration and control system (IACS), 2005 Computerworld honors case study. *Agency for Restructuring and Modernisation of Agriculture (ARMA), The Computerworld Honors Program 2005*. Washington DC, USA, June 2005, 7 pp.
- Csornai, G., László, I., Suba, Z., Nádor, G., Bognár, E., Hubik, I., Wirnhardt, C., Zelei, G., Tikász, L., Kocsis, A., Mikus, G. (2007): The integrated utilization of satellite images in Hungary: operational applications from crop monitoring to ragweed control. *New Developments and Challenges in Remote Sensing*. Rotterdam: Millpress, 15-23.
- DAFF (2003): Mapping. Chapter 6, Foot and Mouth Disease Operations Manual, Department of Agriculture, Fisheries and Food, Ireland. 8 pp.
- Etievant R. (2007): IACS - A successful risk management system. EC DG Agri, "Audit of direct aids", Bruxelles, Belgium, 8-9 October 2007, 6 pp.
- Grandgirard, D., Zielinski, R. (2008): LPIS Anomalies' Sampling and Spatial Pattern: Towards convergence of ecological methodologies and GIS technologies. EC, JRC, Luxembourg. *JRC Scientific and Technical Reports*, 46971: 84 pp.
- Inan, H.I., Cete, M. (2007): Evaluation of Land Parcel Identification Systems. *FIG Working Week 2007 - Strategic Integration of Surveying Services*, Hong Kong SAR, China, 13-17 May 2007, 9 pp.
- Inan, H.I., Sagris, V., Devos, W., Milenov, P., van Oosterom, P., Zevenbergen, J. (2010): Data model for the collaboration between land administration systems and agricultural land parcel identification systems. *Journal of Environmental Management*, 91 (12): 2440-2454.
- Kamińska, I.A., Ołdak, A., Turski, W.A. (2004): Geographical Information System (GIS) as a tool for monitoring and analysing pesticide pollution and its impact on public health. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 11: 181-184.

- Leteinturier, B., Herman, J. L., Longueville, F. D., Quintin, L., Oger, R. (2006). Adaptation of a crop sequence indicator based on a land parcel management system. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 112 (4): 324-334.
- Mihalj, P. (1999): Agrarna Politika Europske unije na pragu trećeg tisućljeća. *Politička misao*, 36 (3): 60-70.
- Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnog gospodarstva (2009): Pravilnik o evidenciji uporabe poljoprivrednog zemljišta. *Narodne novine*, 87/09.
- Oesterle, M., Hahn, M. (2004): A case study for updating Land Parcel Identification Systems (IACS) by means of remote sensing. *ISPRS Archives*. Volume XXXV (B2-II): 515-520.
- Oesterle, M., & Wildmann, R. (2003). Land Parcel Identification as as Part of the Integrated Administration and Control System (IACS) [raspoloživo na: [http://www.ecognition.com/sites/default/files/358\\_41.pdf](http://www.ecognition.com/sites/default/files/358_41.pdf)].
- Pérez, J.M. (2005): The use of the Spanish Cadastre for the control and monitoring of EU-ZPP subsidies. *WPLA workshop*. Budapest, Hungary, 7-8 April 2005, 8 pp.
- Pizziol, P., Fasolini, D., Brugna, E. (2009): LPIS to manage GM/conventional maize co-existence in the EU intensive agricultural region of Lombardy. *Fourth International Conference on Coexistence between Genetically Modified (GM) and non-GM based Agricultural Supply Chains*. Melbourne Convention & Exhibition Centre, Melbourne, Australia, 10-12 November 2009, 9 pp.
- Schmid, E., Sinabell, F., Hofreither, M.F. (2007): Phasing out of environmentally harmful subsidies: Consequence of the 2003 ZPP reform. *Ecological economics*, 60: 596-604.
- Sladkova, J. (2008): Integration of Soil Information Systems. BIS and SOTER Perspectives – a Review. *Soil and Water Research*, 3 (4): 183-198.
- Vlada Republike Hrvatske (2007): Uspostava sustava za identifikaciju zemljišnih čestica (LPIS) u Republici Hrvatskoj – *Nacionalni program*, 24 pp.

**sa2012\_0205**

# Segmentacija potrošača lubenice na splitskom tržištu

Josip GUGIĆ<sup>1</sup>, Marija CERJAK<sup>2</sup>, Kristina BATELJA LODETA<sup>3</sup>, Smiljana GORETA BAN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Veleučilište „Marko Marulić“, Petra Krešimira IV. 30, 22300 Knin, Hrvatska  
(e-mail: jgugic@veleknin.hr)

<sup>2</sup>Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska

<sup>3</sup>Institut za jadranske kulture i melioraciju krša, Put Duilova 11, 21000 Split, Hrvatska

## Sažetak

Cilj rada bio je utvrditi segmente potrošača lubenice na splitskom tržištu, te opisati njihovo kupovno ponašanje i preferencije prema obilježjima lubenice. Podaci su prikupljeni anketnim ispitivanjem 249 slučajno odabranih ispitanika. Rezultati istraživanja su pokazali da najviše ispitanika kupuje lubenicu u sezoni potrošnje jednom tjedno, a konzumira više puta tjedno. Ispitanici najveću važnost pri kupnji lubenice pridaju okusu i zrelosti ploda, a najmanje važnima drže način proizvodnje i udobnost kupnje. Izdvojena su i opisana tri tržišna segmenta: tradicionalisti, nezainteresirani i zainteresirani potrošači prema kojima domaći proizvođači mogu graditi različite marketinške strategije.

Ključne riječi: segmentacija, potrošači, lubenica, splitsko tržište

## Segmentation of watermelon consumers in the Split market

### Abstract

The aim of this study was to identify segments of watermelon consumers in the Split market, and to describe their purchasing behavior as well as preferences towards watermelon characteristics. Data were collected by means of a survey with 249 randomly selected respondents. The survey results showed that most respondents bought watermelon once a week in a season, and consumed it several times a week. The most important attribute for respondents at the time of purchase were flavor and maturity of the fruit, and the least important were the ways of production and purchasing comfort. Three extracted and described market segments: traditionalists, uninterested and interested consumers give a base for development of marketing strategies for domestic watermelon producers.

Key words: segmentation, consumers, watermelon, the Split market

### Uvod

Lubenica (*Citrullus lanatus* L.) je jednogodišnja biljka iz porodice tikvenjača (*Cucurbitaceae*) koja se najčešće koristi svježa kao predjelo ili desert, a rashlađena u ljetno doba idealno je osvježenje (Lešić i sur., 2002). U RH od 2000. do 2009. godine proizvodnja za tržište lubenice i dinje (službena statistika ih iskazuje zajedno) odvijala se na površinama od 865 (2004. godine) do 1.556 ha (2009. godine), uz proizvodnju u rasponu od 15.183 t (2003. godine) do 42.280 t (2009. godine) (Državni zavod za statistiku RH, 2010).

Iako je genetska raznolikost među kultivarima lubenice uska (Levi i sur., 2006), plodovi se međusobno razlikuju po obliku, veličini, boji i čvrstoći kore, teksturi i boji endokarpa, u sadržaju šećera, karotenoida i flavonoida (koji su odgovorni za aromu i okus) kao i sastavu mineralnih tvari (Wechter i sur., 2008). U odnosu na drugo povrće i voće lubenica sadrži značajno veću koncentraciju likopena, a također je izvrstan

izvor vitamina A, vitamina C (Quek i sur., 2007), vitamina B (osobito B<sub>1</sub> i B<sub>6</sub>) te minerala kao što su željezo i magnezij (United States Department of Agriculture, 2008). Zbog visoke hranidbene vrijednosti lubenica pripada skupini „funkcionalne hrane“ koja pored temeljne hranidbene ima i zdravstvenu vrijednost zbog značajnog sadržaja bioaktivnih tvari, te antioksidansa kao što su karotenoidi i neki vitamini (Baker i Gunther, 2004; Smidt i Burke, 2004; Zhang i sur., 2003). Okolišni čimbenici, tehnologija proizvodnje kao i uvjeti skladištenja mogu utjecati na metaboličke procese koji kontroliraju sintezu, translokaciju i raspodjelu bioaktivnih spojeva (Goreta i sur., 2010).

Obilježja proizvoda kao što su okus, oblik i veličina ploda, vanjska boja ploda i boja „mesa“, tehnologija proizvodnje i podrijetlo, utječu na ponašanje potrošača u kupnji i potrošnji lubenice, kao i na preferencije prema lubenici pojedinih potrošačkih segmenata.

Zbog sve veće uvozne konkurencije koja uzrokuje velike oscilacije u cijenama, te dijelom i nedovoljne prepoznatljivosti proizvoda na tržištu, događa se da domaća lubenica ostaje bez kupaca. U takvim uvjetima ispunjenje potrošačkih zahtjeva predstavlja jednu od temeljnih pretpostavki tržišne uspješnosti domaćih proizvođača lubenice. Zadovoljan kupac je konkurentska prednost i ujedno jamac za ostvarivanje marketinških ciljeva proizvođača. U tom kontekstu, cilj rada je utvrditi segmente potrošača lubenice, te opisati njihovo kupovno ponašanje i preferencije prema obilježjima lubenice i time domaćim proizvođačima dati relevantnu informacijsku podlogu za definiranje i implementaciju marketinških planova.

### Materijal i metode

Prikupljanje podataka provedeno je anketnim ispitivanjem potrošača lubenice na splitskom tržištu kao glavnom regionalnom potrošačkom središtu. Anketni upitnik sadržavao je 20 pitanja, od čega je bilo 17 zatvorenih pitanja i 3 otvorena pitanja, a obuhvatio je skupine pitanja o sociodemografskim obilježjima ispitanika, njihovom ponašanju pri kupnji i potrošnji lubenice, te o važnosti pojedinih obilježja lubenice. Za ocjenu važnosti korištena je Likertova skala od pet stupnjeva. U razdoblju od 20. lipnja do 10. srpnja 2008. godine anketirano je ukupno 249 slučajno odabranih ispitanika, od kojih je 125 anketirano na gradskim tržnicama, a 124 u supermarketima.

Podaci prikupljeni anketnim ispitivanjem obrađeni su jednovarijantnim statističkim metodama radi opisa uzorka. Ocjene važnosti pojedinih obilježja lubenice korištene su kao ulazne varijable za faktorsku analizu. Dobiveni faktori dalje su korišteni kao ulazne varijable za klaster analizu. Razlike među klasterima/potrošačkim segmentima su analizirane pomoću hi-kvadrat testa i ANOVA. Sve analize obavljene su u programskom paketu SPSS.

### Rezultati i rasprava

U ispitivanju je sudjelovalo 55% žena i 45% muškaraca, s prosječnom dobi od 36,9±13 godina. Najveći broj ispitanika ima srednju stručnu spremu (63,5%) i živi u tročlanim kućanstvima (26,9%) s ukupnim mjesečnim primanjima od 4.000,00 kn do 8.000,00 kn (55,8%).

U supermarketima najčešće kupuje lubenicu 36,1% ispitanika, na tržnicama 32,1%, u voćarnama 4,8%, izravno od proizvođača 3,6%, dok značajan udio ispitanika (23,3%) ne preferira niti jedno prodajno mjesto, već kupuje lubenicu tamo gdje najprije stignu. Čak 31,7% ispitanika se nigdje ne informira o obilježjima lubenice koju kupuju, što ukazuje na manjkavost odgovarajuće tržišne komunikacije prema potrošačima.

Lubenicu jednom tjedno kupuje u sezoni potrošnje 29,3% ispitanika, više puta tjedno 28,1%, dva do tri puta mjesečno 22,9%, dok rjeđe lubenicu kupuje 18,9% ispitanika. U sezoni potrošnje, lubenicu više puta tjedno konzumira 39,8% ispitanika, jednom tjedno 18,9%, dva do tri puta mjesečno 16,1%, a rjeđe 25,3% ispitanika.

Tablica 1. Ocjena važnosti obilježja pri kupnji lubenice (n=249)

Obilježje	$\bar{X}$	$\sigma$	Obilježje	$\bar{X}$	$\sigma$
Okus	4,85	0,37	Veličina ploda	3,70	1,06
Zrelost ploda	4,73	0,47	Vanjska boja ploda	3,50	1,06
Kvaliteta	4,51	0,64	Informacije o proizvodu	3,46	1,35
Cijena	4,44	0,81	Oblik ploda	3,21	1,18
Boja „mesa“	4,31	0,72	Način proizvodnje	3,20	1,56
Domaće porijeklo	4,19	0,90	Udobnost kupnje	2,91	1,59

Izvor: vlastito istraživanje

Od prednosti lubenice u prehrani ispitanici su na prvom mjestu izdvojili dobar okus, zatim njenu hranidbenu vrijednost, pa sadržaj bioaktivnih spojeva i prevenciju određenih bolesti. Ispitanici najveću važnost pri kupnji lubenice pridaju okusu i zrelosti ploda, a najmanje važnima drže način proizvodnje i udobnost kupnje (Tablica 1).

Za segmentaciju potrošača su korištene važnosti pojedinih obilježja lubenice (Tablica 1) koje su prvo sažete faktorskom analizom. Kaiser-Meyer-Olkin-kriterij (MSA kriterij) je pokazao da iz analize treba isključiti dva obilježja (zrelost ploda i cijenu), budući da su MSA vrijednosti ovih obilježja bile manje od 0,7, te je u daljnoj analizi ostalo 10 obilježja i to: način proizvodnje, podrijetlo, kvaliteta, informacije o proizvodu, udobnost pri kupnji, oblik ploda, boja „mesa“, boja kore, veličina ploda i okus. Za ekstrakciju faktora je korištena metoda glavnih komponenti. Ekstrahirana su 3 faktora kod kojih je svojstvena vrijednost veća od jedan te koji zajedno objašnjavaju 67,3% ukupne varijance među originalnim podacima, pri čemu prvi faktor objašnjava 43% varijance. Radi što bolje interpretacije faktora korištena je varimax rotacija. Dobiveni faktori uključuju navedena obilježja te su nazvani kako slijedi: faktor 1 - vanjska (ekstrinzična) obilježja lubenice (način proizvodnje, podrijetlo, kvaliteta, informacije o proizvodu, udobnost pri kupnji); faktor 2 - unutarnja (intrinzična) obilježja lubenice (oblik ploda, boja „mesa“, boja kore, veličina ploda); faktor 3 – okus (okus).

Dobiveni faktori su korišteni kao ulazne varijable u klaster analizu. Klaster analiza je provedena u dva koraka. U oba koraka kao mjera udaljenosti je korištena kvadrirana Euklidska udaljenost. U prvom koraku je korištena Single Linkage (Nearest neighbour) metoda, koja je omogućila pronalaženje "bjegunaca" te je iz daljnje analize isključeno šest ispitanika. U drugom koraku je korišten Ward postupak te su određena tri klastera odnosno tržišna segmenta: tradicionalisti, nezainteresirani i zainteresirani potrošači. Radi što boljeg opisa dobivenih segmenata, ispitane su razlike među potrošačima pojedinih segmenata s obzirom na njihovo ponašanje u kupnji i potrošnji, preferencijama prema lubenici, kao i njihova sociodemografska obilježja.

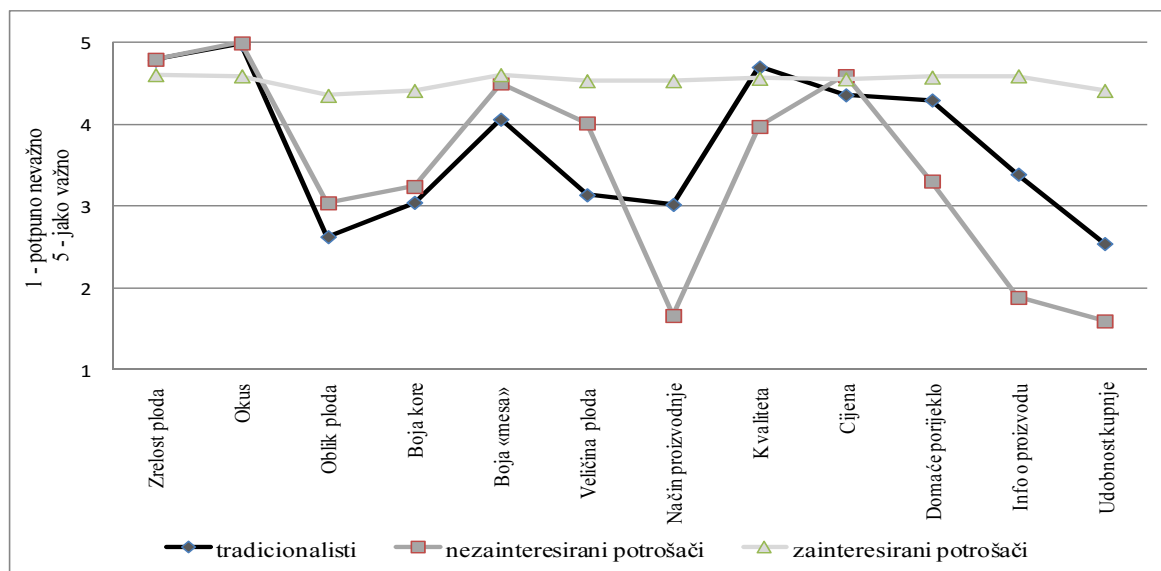
Tradicionalisti čine najveći segment s 51,5% svih ispitanika. U ovom segmentu ima nešto više potrošača sa završenom višom ili visokom školom u odnosu na ostala dva segmenta, te su potrošači ovog segmenta nešto stariji od ostalih potrošača (u prosjeku 39,7 godina). Tradicionalistima su jako važni okus lubenice, zrelost ploda i njegova boja koje međusobno povezuju, te kvaliteta, domaće podrijetlo i cijena lubenice. U odnosu na ostale potrošačke segmente manje su im važni boja kore, oblik i veličina ploda (Grafikon 1). Lubenicu najčešće kupuju na tržnicama (36%) i u supermarketima (27%). Najveći udio tradicionalista kupuje lubenicu jednom tjedno, a konzumira je više puta u tjednu. Nešto manje od dvije trećine ih se informira o lubenici koju kupuje. Iako ih većina preferira slatke ili jako slatke lubenice, među ovim potrošačima je najveći udio (68% svih ispitanika) onih koji preferiraju manje slatke lubenice. Kao i ostali potrošači, uglavnom preferiraju ovalni oblik ploda, ali ih 13% nema nikakve preferencije prema obliku ploda. Gotovo polovica (48%) ih preferira „Neretvansku“ lubenicu, dok jednoj četvrtini ovih potrošača nije bitno iz kojeg uzgojnog područja dolazi domaća lubenica. Za lubenicu su spremni platiti u prosjeku 4,7 kn/kg.

Nezainteresirani potrošači predstavljaju najmanji segment (19,5% ispitanika), a prosječna dob potrošača ovog segmenta je 34,6 godina te je u ovom segmentu veći udio potrošača sa srednjom stručnom spremom u odnosu na ostala dva segmenta. Prosječan broj članova kućanstva im je veći nego u ostala dva segmenta. Slično kao i tradicionalistima, jako su im važni okus i zrelost ploda, ali za razliku od njih više su im važna i unutarnja obilježja kao što su boja, oblik i veličina ploda. Ovim potrošačima su najmanje važni način proizvodnje i domaće podrijetlo, kao i dostupne informacije o lubenici i udobnost pri kupnji (Grafikon 1). Lubenicu kupuju uglavnom u supermarketima (39%) i na tržnicama (33%). U odnosu na ostale potrošače rjeđe kupuju i konzumiraju lubenicu, te se značajno manje informiraju o lubenicama koje kupuju. Gotovo svi smatraju dobar okus lubenice kao njezinu prednost u odnosu na ostalo sezonsko voće i povrće. Oko dvije trećine potrošača iz ovog segmenta preferira sladak okus lubenice i ovalni oblik ploda, a nešto manje od polovice šareno tamnozeleno boju kore. Za razliku od ostalih potrošača, imaju najmanje izražene preferencije prema određenom podrijetlu domaće lubenice (za čak 51% ovih potrošača podrijetlo nije važno). Potrošači ovog segmenta su iskazali najveću cjenovnu spremnost spram lubenice, te su u prosjeku spremni za nju platiti 5,3 kn/kg.

Zainteresirani potrošači čine 29% svih ispitanika, mlađi su od potrošača u druga dva segmenta (prosječna dob 33,5 godina), te imaju kućanstvo s najmanjim brojem članova. Vanjska obilježja lubenice su im znatno više važna nego potrošačima u druga dva segmenta i jednako su im važna kao i okus te ostala unutarnja obilježja (Grafikon 1). Uglavnom lubenicu kupuju u supermarketima, te ju češće kupuju i konzumiraju nego ostali potrošači. Čak 91% ovih potrošača se informira o lubenici koju kupuje. Preferiraju jako sladak i sladak okus lubenice. U odnosu na ostale potrošače, veći udio ovih potrošača preferira okrugli oblik ploda i



tamnozelenu boju kore (bez šara). Potrošači ovog segmenta imaju jasno izražene preferencije prema podrijetlu lubenice koju kupuju, te ih većina preferira „Neretvansku“ lubenicu (51%). Bez obzira na to, manje od ostalih potrošačkih segmenata smatraju da je domaća lubenica kvalitetnija od uvoznih lubenica. Najmanje su spremni izdvojiti za kilogram lubenice u odnosu na potrošače ostala dva segmenta (svega 2,9 kn/kg).



Grafikon 1. Važnost pojedinih obilježja lubenice po segmentima; Izvor: vlastito istraživanje

## Zaključak

Istraživanje je pokazalo da je moguće izdvojiti tri potrošačka segmenta na splitskom tržištu. Najveći tržišni segment čine tradicionalisti kojima su jako važni okus lubenice, zrelost ploda i njegova boja te kvaliteta, domaće podrijetlo i cijena lubenice. Najveći udio tradicionalista kupuje lubenicu jednom tjedno i to na tržnicama, a konzumira je više puta u tjednu. Značajan udio ovih potrošača se informira o lubenici koju kupuje, a gotovo polovica ih preferira „Neretvansku“ lubenicu. Stoga ovom potrošačkom segmentu treba ponuditi domaće, zrele lubenice na tržnicama te dostatne informacije, posebice o domaćem podrijetlu. Najmanji tržišni segment čine nezainteresirani potrošači kojima su kao i tradicionalistima jako važni okus i zrelost ploda, ali za razliku od njih više su im važna i unutarnja obilježja kao što su boja, oblik i veličina ploda. Međutim, nezainteresiranim potrošačima su najmanje važni način proizvodnje, domaće podrijetlo i udobnost pri kupnji. U odnosu na ostale potrošačke segmente rjeđe kupuju i konzumiraju lubenicu, ali iskazuju najveću cjenovnu spremnost, pa im treba ponuditi lubenicu vrhunske kvalitete. Ovaj potrošački segment je najmanje zanimljiv za domaće proizvođače lubenice.

Potrošačima u trećem tržišnom segmentu nazvanom zainteresirani potrošači su vanjska obilježja lubenice znatno važnija nego potrošačima u druga dva segmenta i jednako su im važna kao i okus te ostala unutarnja obilježja. Zainteresirani potrošači uglavnom kupuju lubenicu u supermarketima, te ju češće kupuju i konzumiraju nego ostali potrošači, ali iskazuju najmanju cjenovnu spremnost. Ovaj tržišni segment je posebno zanimljiv domaćim proizvođačima zbog jasno izraženih preferencija prema podrijetlu lubenice koju kupuju. Ovim potrošačima treba ponuditi jeftinije lubenice u supermarketima s jasno naznačenim podrijetlom i načinom proizvodnje.

## Literatura

- Baker R., Guenther C. (2004). The role of carotenoids in consumer choice and the likely benefits from their inclusion into products for human consumption. *Trends Food Sci Tech* 15: 484-488
- Goreta B.S., Miloš B., Batelja L.K., Gugić J. (2010). Neretvanska lubenica, kakvoća kao prepoznatljivost. Institut za jadranske kulture i melioraciju krša, Split

- Lešić R., Borošić J., Buturac I., Čustić M., Poljak M., Romić D. (2002). Povrćarstvo. Zrinski, Čakovec
- Levi A., Davis A., Hernandez A., Wechter P., Thimmapuram J., Trebitsh T., Tadmor Y., Katzir N., Portnoy V., King S. (2006). Genes expressed during the development and ripening of watermelon fruit. *Plant Cell Rep* 25: 1233-1245
- Quek S.Y., Chok N.K, Swedlund P. (2007). The physicochemical properties of spray-dried watermelon powder. *Chem. Eng. Process.* 46: 386-392
- Smidt, C.R., Burke, D.S. (2004). Nutritional significance and measurement of carotenoids. *Curr Top Nutraceutical Res* 2: 79-91
- Statistički ljetopis Republike Hrvatske 2010. (2010). Državni zavod za statistiku RH
- United States Department of Agriculture, Watermelon nutritional facts source: USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 19 (2006). [http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/cgi-bin/list\\_nut\\_edit.pl](http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/cgi-bin/list_nut_edit.pl). Pristupljeno 05.04.2008.
- Wechter W.P., Levi A., Harris K.R., Davis A. R., Fei Z., Katzir N., Giovannoni J.J., Minkov A.S., Hernandez A., Thimmapuram J., Tadmor Y., Portnoy V., Trebitsh T. (2008). Gene expression in developing watermelon fruit. *BMC Genomics* 9: 275-287
- Zhang, H., Nara, E., Ono, H., Nagao, A. (2003). A novel cleavage product formed by autoxidation of lycopene induces apoptosis in HL - 60 cells. *Free Radic Biol Med* 35: 1653-1663

**saz2012\_0206**

# Stavovi posjetilaca o izložbi vina “Vinistra”

Anita Silvana ILAK PERŠURIĆ<sup>1</sup>, Aleksej ČERVAR<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut za poljoprivredu i turizam, K. Hugues 8, 52440 Poreč, Hrvatska  
(e-mail: anita@iptpo.hr)

<sup>2</sup>Poljoprivredni odjel Veleučilišta u Rijeci, K. Hugues 6, 52440 Poreč, Hrvatska

## Sažetak

U sklopu istraživanja tematike vinskih sajmova i izložbi na znanstvenoistraživačkom projektu “Valorizacija resursa vinove loze *Vitis* sp. i banka gena” provedeno je pilot istraživanje na izložbi vina Vinistra u 2009. godini. Iz uzorka od 48 ispitanika pokazalo se da ih dvije trećine barem jednom godišnje posjećuje sajmove i izložbe o kojima se informira putem obitelji i poznanstava, a prema vinu imaju stav vinoljubaca koji generalno preferiraju crna vina.

Cljučne riječi: Vinistra, izložba vina, posjetioi

## Visitors opinions about the wine fair “Vinistra”

### Abstract

Through research on the project "Evaluation of *Vitis* sp. resources vine and gene bank", in the segment of wine fairs and exhibitions, a pilot study was carried out on “Vinistra” 2009. The sample contained 48 persons which visited at least once a year a wine fair or exhibition. They usually were informed about them by family and acquaintances. Their attitude about wines refers to wine lovers and generally they prefer red wines.

Key words: Vinistra, wine exhibition, visitors

### Uvod

Svijet proizvodnje vina i proizvođači vina u Hrvatskoj sve se više otvara javnosti kao odgovor na potražnju za izravnim kontaktom i uvidom u proizvodnju u vinogradima te kušanje vina u vinskim podrumima. Jedan od vidova direktne prezentacije proizvođača i susret s kupcima odvija se na vinskim sajmovima i izložbama. Važnost vinskih festivala kao atraktivnog faktora za razvoj vinske regije pokazao je Houghton u svom istraživanju 2001. Sve navedno potiče i novi selektivni oblik turizma tzv. “vinski turizam” koji se sastoji od posjete lokalnim vinskim cestama i vinarima u čijim se prostorima može kušati i kupiti vino (Dodd, 1995., Getz i Brown 2006.). U Hrvatskoj postoji niz sajmova i izložbi na nacionalnoj i županijskim razinama, a „Vinistra” kao izložba vina postoji osamnaest godina, a istoimena Udruga proizvođača vina marketinški promovira istarske vinare i autohtona vina (Istarsku Malvaziju, Teran, Borgonju, Muškat ruža porečki).

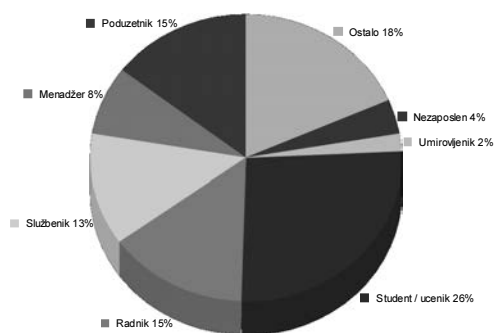
### Materijali i metode

U svrhu istraživanja tematike vinskih sajmova i izložbi na znanstvenoistraživačkom projektu “Valorizacija resursa vinove loze *Vitis* sp. i banka gena” provedeno je pilot istraživanje na izložbi vina „Vinistra” u 2009. godini. Anketiranje je provedeno tijekom trajanja Vinistre, od 30.4.2009. do 02.5.2009. u Poreču. Anketiranje je sproveo student Mediteranske poljoprivrede, Veleučilišta u Rijeci za potrebe seminarskog rada.

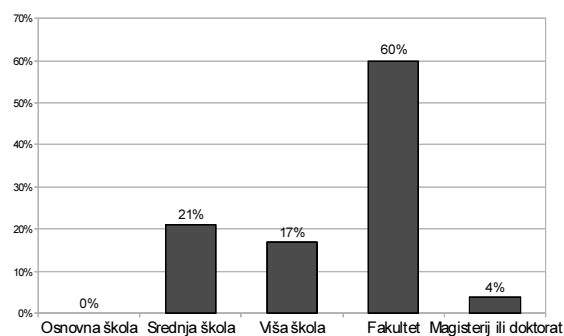
Anketiran je uzorak od ukupno 48 ispitanika. Svrha je bila utvrditi osnovne parametre posjetilaca sajma da bi se u narednim godinama provelo opsežnije istraživanje na većem uzorku. Anketa je sadržavala pitanja o sociodemografskim podacima ispitanika, o njihovim posjetama vinskim sajmovima i izložbama, poznavanju vinskih regija i vinskih cesta te stavovima o vinu.

## Rezultati i rasprava

Ispitanici su redom bili iz Republike Hrvatske, u dobi od 20 do 52 godina (prosječna dob ispitanika bila je 33 godine) od toga 23 ženske, a 25 muški ispitanici.. Po zanimanju su ispitanici bili najčešće studenti, poduzetnici i službenici (slika 1.), prema obrazovnoj strukturi petina ih je imalo srednju stručnu spremu, četvrtina višu, a ostali su imali fakultetsko obrazovanje (slika 2.). Slične nalaze pokazali su američki istraživači (Dodd, 1995) čiji podaci govore da su posjetitelji vinskih sajmova uglavnom višeg obrazovnog stupnja i višeg imovinskog statusa.



Slika 1. Ispitanici prema zanimanju



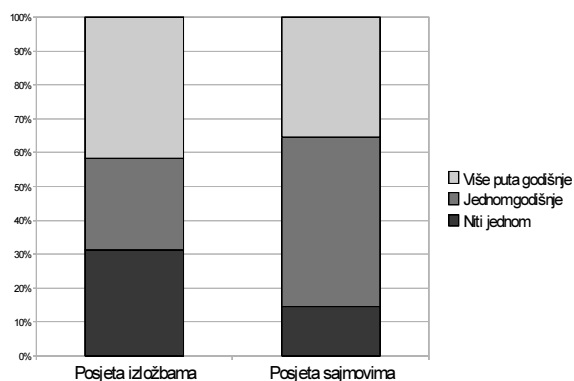
Slika 2. Ispitanici prema stručnoj spremi

Izvor: Istraživanje znanstvenog projekta "Valorizacija resursa vinove loze Vitis sp. i banka gena", Institut za poljoprivredu i turizam Poreč, 2009

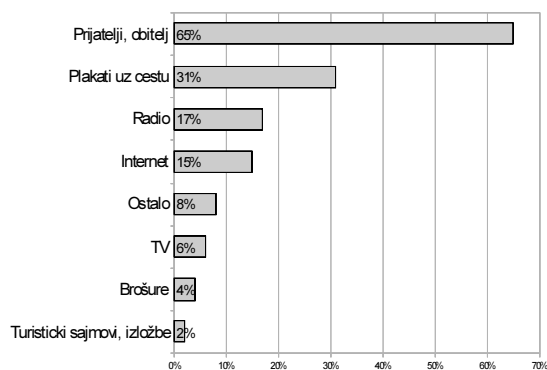
Prema mjestu stanovanja 17% ih je živjelo u naseljima do 2 tisuće stanovnika, 17% u naseljima 2-10 tisuća stanovnika, 44% u gradovima sa 10-100 tisuća stanovnika i 23% u gradovima iznad 100 tisuća stanovnika.

Manje od trećine ispitanika nije posjećivalo u proteklih pet godina izložbe vina, a na posjet „Vinistri“ ih je potaklo pozitivno iskustvo prijatelja i poznanika. Oko trećine ispitanika redovito jednom godišnje posjećuje jednu izložbu vina, a 40% to čine više puta godišnje (slika 3.). Slični nalazi su za posjetitelje sajmova koji su formalniji oblik prezentacija vina, redom samo 15 tak posto ispitanika nije odlazilo na takve sajmove, polovica ih posjećuje jednom godišnje, a nešto više od trećine više puta godišnje.

Zanimljivi su rezultati da u vrijeme interneta i drugih komunikacijskih linija najveći broj ispitanika dobiva informacije o sajmovima i izložbama od prijatelja i članova obitelji (slika 4.).



Slika 3. Posjete izložbama i sajmovima vina



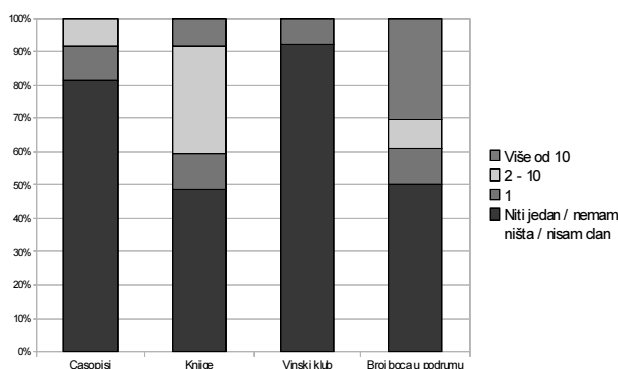
Slika 4. Informacije o sajmovima/izložbama

Izvor: Istraživanje znanstvenog projekta "Valorizacija resursa vinove loze Vitis sp. i banka gena", Institut za poljoprivredu i turizam Poreč, 2009

## Visitors opinions about the wine fair “Vinistra”

Ispitanici ih posjećuju upravo u društvu s njima i tako stječu navike redovitog dolaska. Plakati uz cestu tzv. “jumbo plakati” privlače pažnju mogućih posjetilaca, a kako su uobičajeno smješteni na frekventnim prometnicama podsjećaju posjetitelje na datum i mjesto održavanja izložbi i sajmovi. I u slučaju informiranja gotovo polovica ispitanika o vinskim cestama koje se promoviraju na sajmu Vinistra dobivaju od prijatelja i obitelji. Na internetskim stranicama nalaze se podaci o izložbi i radu Udruge Vinistra te o vinskim cestama (postoje tri glavne vinske ceste u Istri koje postoje od 90tih godina 20st.). Slični podaci objavljuju se povremeno u brošurama turističkih zajednica i prezentiraju na turističkim sajmovima. Konkretno informacije o vinskim cestama često daje lokalno stanovništvo koje može uputiti posjetitelje vinskih cesta prema određenom vinaru ili dati druge informacije (slika 5.).

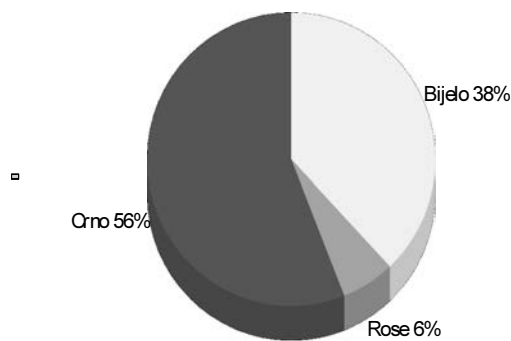
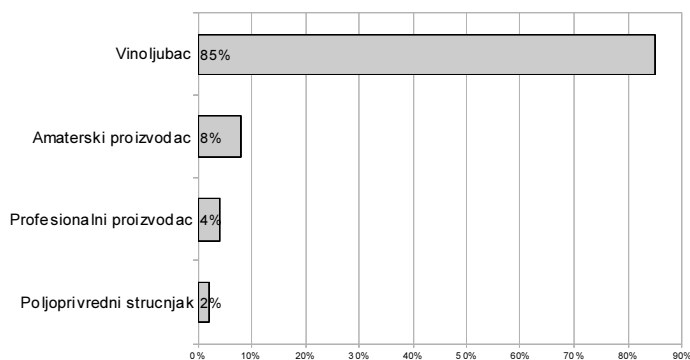
Vrlo visok postotak ispitanika (80%) ne prati časopise o vinskoj tematici i nema knjiga o vinu (oko 50%), 93% ih nije član vinskog kluba. U svojoj kućnoj arhivi (podrumu) trećina ih ima više od 10 boca vina.



Slika 5. Informacije o Vinskim cestama

Slika 6. Literatura, članstvo u v. klubu i broj boca u vlastitoj vinskoj arhivi

Izvor: Istraživanje znanstvenog projekta “Valorizacija resursa vinove loze Vitis sp. i banka gena”, Institut za poljoprivredu i turizam Poreč, 2009



Slika 7. Stav prema vinu

Slika 8. Preferencije prema vinu

Izvor: Istraživanje znanstvenog projekta “Valorizacija resursa vinove loze Vitis sp. i banka gena”, Institut za poljoprivredu i turizam Poreč, 2009

U opisu svog stava prema vinu i razlozima posjete „Vinistri“, većina ispitanika izjasnila se da ih vino zanima kao proizvod i da se prema njemu odnose kao vinoljubci, dok se manje od 15% prikazivalo profesionalcima u odnosu prema vinu. Ispitanici su prosječnom ocjenom 3 (na skali 1 do 5) ocijenili svoje znanje o istarskim vinima i ocjenom 2.73 prepoznatljivost Istre u Europi kao vinske regije, a vrijednost posjeta „Vinistri“ su ocijenili izrazito pozitivno, ocjenom 4.31. Termin vinoljubaca spominju Charters i Ali-Knight (2002.) na bazi australskih posjetitelja vinarija i izložbi, a opisuju ih kao osobe koje zanima vino i iskustvo učenja pri posjeti vinarijama i izložbama. Grupa vinoljubaca je važna za promociju vinske regije jer zahtijeva ukupan estetski dojam ruralnog područja, vinarija, vina povezanog uz boravak i gurmansku kuhinju (Williams, 2001., Hall i Mitchel 2002., Bruwer 2003.).

## Zaključak

Na anketiranom uzorku posjetilaca izložbe vina „Vinistra“ u 2009. godini uvidjeli smo da su to visoko obrazovani pojedinci, studenti i stručnjaci u službeničkim i poduzetničkim zanimanjima koji posjećuju izložbe i sajmove barem jednom godišnje (slične podatke o posjetiteljima izložbi i sajmovima vina pokazala su istraživanja Dodd-a 1995. u Americi). Četiri petine ispitanika izjasnilo se kao „vinoljubci“ tj. osobe koje zanima vino, vole ga piti te posjećuju vinske ceste i vinske podruke (analogno australskim istraživanjima Charters-a i Ali-Knight-a 2002. i Williams-a 2001.). Vinistra kao Udruga promovira Istru kao destinaciju vina, specifičnu u odnosu na druge regije, i promocijom istarske malvazije kao autohtonog vina stvara brend. Iz stavova posjetilaca koji su se deklarirali kao vinoljubci te iz perspektive marketinga usmenom predajom, Vinistra se pozitivno promovira te ima perspektivu povećanja i broja posjetilaca i porast interesa za Istru kao destinaciju vinskog turizma.

## Literatura

- Bruwer J. (2003). South African wine routes: some perspectives on the wine tourism industry's structural dimensions and wine tourism product. *Tourism management* 24(4):423-435.
- Charters S., Ali-Knight J. (2002). Who is the wine tourist. *Tourism management* 23(3):311-319.
- Dodd T. (1995). Opportunities and pitfalls of tourism in a developing wine industry. *International Journal of wine marketing* 7(1):5-16
- Getz D., G. Brown (2006). Critical success factors for wine tourism regions: a demand analysis. *Tourism management* 27:146-158.
- Hall C.M., R. Mitchel (2002). The touristic terroir of New Zealand wine: the importance of region in the wine tourism experience. In Montanari A (Ed.), *Food and environment: geographies of taste: 69-91*, Societa Geographica Italiana. Rim.
- Ilak Peršurić A.S., Težak, A. (2011). Wine production on Istria family farms. *Acta agriculturae Slovenica*. 97(1):25-31.
- Houghton M. (2001). The propensity of wine festivals to encourage subsequent winery visitation. *International journal of wine marketing* 13(3):32-42.
- Peršurić Đ., Ilak Peršurić, A.S., Težak, A. (2009). Wine Offer in Istrian Wine Cellars. 32nd World Congress of Vine and Wine and 7th General Assembly of the OIV: proceedings, Zagreb.
- Ružić P., Ilak Peršurić A.S., Milohanović, A. (2006). The impact of consumer preferences on Istrian Malvasia wine consumption. *Rivista di viticoltura e di enologia* 59 (2-3): 99-110.
- Williams P. (2001). Positioning wine tourism destinations: an image analysis. *International Journal of Wine Marketing* 13(3):42-59.

sa2012\_0207

# Usporedna analiza hrvatskog i istarskog ruralnog turizma

Anita Silvana ILAK PERŠURIĆ<sup>1</sup>, Linda JURAKOVIĆ<sup>2</sup>, Romina SINOSICH<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut za poljoprivredu i turizam, K. Hugues 8, 52440 Poreč, Hrvatska  
(e-mail:anita@iptpo.hr)

<sup>2</sup>Visoka poslovna škola Manero, 52463 Višnjan

## Sažetak

Članak prikazuje problematiku ruralnog turizma Hrvatske i Istarske županije. Analiza je provedena metodom swot analize te usporednom analizom državne i županijske razine temeljem literaturnih i izvornih podataka. Analiza je pokazala istovjetne prednosti, mogućnosti te nedostatke i opasnosti koje prelaze sa državnog nivoa i prenašaju na županijsku razinu. Poboljšanje ruralnog turizma treba tražiti u povećanju konkurentnosti destinacije, unapređenju postojeće ponude, povećanju ukupne kvalitete ruralnog prostora, stvaranju turističkih klastera te brendiranje turističkog proizvoda ruralnog turizma.

Ključne riječi: ruralni turizam, Hrvatska, Istra, swot analiza

## Comparative analysis of Croatian and Istria rural tourism

### Abstract

The article clearly shows the problems of rural tourism in Croatia and Istria county. The analysis was conducted by swot analysis and the methodology of comparative analysis of state and county levels based on literature and research data. The analysis showed identical benefits, opportunities, drawbacks and risks that exceed the state level and transfer to the county level. Possible improvement of rural tourism should be sought through the increase of the competitiveness of destinations, improvement of the existing rural space offer, increasing the overall quality of rural areas, creation of tourism clusters and branding of the product of rural tourism.

Key words: rural tourism, Croatia, Istria, swot analysis

### Uvod

Encyclopedia of tourism (2000) opisuje ruralni prostor kao „osnovni resurs za razvoj ruralnog turizma, te da se ruralni turizam oslanja na potrebu stanovnika gradova za mirom i prostorom za sportsku rekreaciju na otvorenom, da ruralni turizam uključuje posjet nacionalnim parkovima, kao i drugoj baštini na ruralnom prostoru i boravak na turističkim seljačkim gospodarstvima“. Publikacija „Rural Tourism in Europe Experiences, development and Perspectives“ (WTO, 2004.) navodi da se termin „ruralni turizam“ koristi kada je važna komponenta ponuđenog turističkog proizvoda ruralna kultura te da je specifičnost ruralnog turizma nastojanje da se posjetitelju osigura osobni pristup, osjećaj za fizičko okruženje u ruralnom prostoru, te da mu se pruži mogućnost da (gost) sudjeluje u aktivnostima i tradiciji lokalnog stanovništva“ (WTO, 2004: 97.).

„Turizam je agregat gospodarskih djelatnosti i ostalih društvenih aktivnosti u funkciji potražnje za danim (prirodnim) i stvorenim turističkim dobrima – uslugama i proizvodima“, a „turistički razvoj toliko

dinamičan da nove karakteristike ove pojave često puta negiraju čvrste stavove i zato se još uvijek traže odgovarajuće definicije turizma“ (Cicvarić, 1980: 29. prema Mirković 2002: 9.).

Poradi nedoumica koje se već godinama odvijaju zbog nazivlja vezanih uz turizam na ruralnim prostorima, razvoj turističkih seljačkih gospodarstava počeo se izravno povezivati s razvojem cjelokupnog ruralnog turizma u Hrvatskoj (Brailo, 1995: 144.). Također, u sektorskoj studiji „Uređenje, obnova i razvoj ruralnog prostora, za potrebe izrade Strategije prostornog uređenja Republike Hrvatske“ (Kušen, 1995: 127.), te studije „Konkurentnost hrvatskog ruralnog turizma“ (Kušen i Hendija, 2005.), korišten je naziv „ruralni“ koji se odnosio na ukupni izvangradski prostor i pojave koje se odvijaju u njemu. Odnosno za turizam „koji minimizira negativne utjecaje na prirodni i socio – kulturni okoliš generirajući ekonomske efekte za lokalnu zajednicu“ (WTO 2001: 5). Tendencija je „napuštanje velikog i konfekcijskog turizma, a podržava se prirodnost i tradicionalnost, originalnost“.

Ponuditi turistu boravak u Istri kao turističkoj destinaciji, znači Istru apstrahirati kao atraktivan turistički proizvod. „Ekonomskim rječnikom rečeno, količina roba i usluga koja se nudi turistima na određenom turističkom tržištu, u određeno vrijeme i po određenoj cijeni, predstavlja „turističku“ ponudu tog tržišta“ (Pirjevec, 1998: 75.).

### **Materijali i metode**

Korišteni su literaturni izvori kao baza za analizu hrvatskog ruralnog turizma. Metodom analize i komparacije u odnosu na državnu razinu prikazan je sadašnji položaj ruralnog turizma u Istarskoj županiji. Pregledno smo prikazali postojeće parametre ruralnog turizma pri čemu je primijenjena swot analiza. Za usporedbu parametara swot analize korišteni su regionalni operativni planovi i dio intervju sa načelnicima i gradonačelnicima Istarske županije (sve općine i gradovi) uz delfi metodu.

### **Rezultati i rasprava**

Pokazatelji SWOT analize za državni nivo preslikavaju se u većini pokazatelja i na lokalni nivo, u ovom slučaju na Istarsku županiju. Prednosti na državnoj i županijskoj razini ogledaju se u bogatom prirodnom nasljeđu i atrakcijama iz čega proizlazi potencijal za ekološku prihvatljivu proizvodnju te proizvodnju autohtonih i tradicijskih proizvoda. Mogućnosti ruralnog turizma su temeljene na prirodnim i kulturnim bogatstvima koja omogućavaju diverzifikaciju ponude turističkog proizvoda i razvoj ponude posebice malih obiteljskih smještajnih i prehrambenih kapaciteta. Ograničenja ruralnih sredina općenito, a posljedično i grana turizma ogledaju se u nedostatnoj infrastrukturi, neadekvatnim kadrovima i dodatno otežavajući neadekvatni zakonski propisi.

### **Zaključak**

Ruralno područje Istre mora razviti turističku ponudu, koja će konkurirati kvalitetom, cijenom i atraktivnošću, a posebice se ponuda treba temeljiti na originalnosti, povijesnim, kulturnim i prirodnim karakteristikama kraja te drugim specifičnostima. Tendencija je da ciljevi budućeg razvoja turizma Istarske županije budu usmjereni prema racionalnom korištenju resursa za razvoj turizma uz naglasak na očuvanje prostora, restrukturiranje postojećeg turističkog gospodarstva u pravcu razvoja kvalitetnijeg turizma, osobito sa stajališta zaštite okoliša, pozicioniranja istarskog turističkog gospodarstva na međunarodnom tržištu te povećanja učinkovitosti makroekonomskih učinaka turizma na sve gospodarske aktivnosti. Ovo pozicioniranje ogleda se u sljedećem navodu: „turizam na hrvatskim područjima (posebno u Istri), u kojima se razvijao donio živost i napredak, prije svega u gospodarskom, sociološkom i kulturološkom smislu, ponegdje je postao i ozbiljan izvor egzistencije i razlog za ostanak stanovništva u područjima u kojima je živjelo“ (Vukonić, 2005: 206.-207). U tom smislu iz istraživanja navodimo zaključke kroz nekoliko potrebnih koraka za razvoj ruralnog turizma.



Tablica 1. SWOT analiza ruralnog turizma Republike Hrvatske

Prednosti	Nedostaci
Ekološki čisto područje Bogato prirodno naslijeđe i kulturna baština	Loša iskoristiva infrastruktura Loše održavano i ratom devastirano prirodno i kulturno naslijeđe
Nedovoljan broj zaštićenih područja Ekološki prihvatljiva proizvodnja	Niska kvaliteta postojećeg smještaja Nedostatak profesionalnog kadra i njihove nerazvijene vještine
Autohtoni i tradicionalni proizvodi Autohtono uzgajanje životinja Brojne prirodne i kulturno povijesne atrakcije	Nedostatak prikladnog ruralnog (su)financiranja Neprikladni i nekoordinirani propisi Neusklađenost i nedostatna koordinacija na nacionalnoj razini
Tradicionalna proizvodnja, stari zanati, geografske raznolikosti, kulturna ponuda vezana na običaje Sve više interesa sa strane lokalnog stanovništva i prepoznavanje potencijala za razvoj rur. turizma Blizina turističkih destinacija u državi, gdje boravi veliki broj stranih i domaćih gostiju	Nedostatak suradnje između javnog, privatnog i inozemnog sektora Pomanjkanje inovativnosti i ideja za razvoj pojedinih produkata Odsutnost vizije i konkretnih razvojnih ciljeva vezano za razvoj ruralnog turizma
Mogućnosti	Opasnosti
Razvoj proizvodnje autohtonih, ekoloških i tradicionalnih proizvoda Produžavanje perioda iskorištavanja turističkih kapaciteta Smanjenje troškova proizvođača, direktna prodaja poboljšanje životnih uvjeta Razvoj ruralne turističke destinacije i stvaranje ruralnog turističkog proizvoda - integralni pristup Diversifikacija turističkog proizvoda u zemlji i repozicioniranje turističke ponude Nova radna mjesta u ruralnim prostorima Trendovi porasta interesa za proizvodima ruralnog turizma Razvoj poduzetništva na selu	Povećan pritisak na okoliš  Prejak razvoj masovnog turizma u pojedinim područjima Prevelika ovisnost o tradicionalnim turističkim proizvodima i ponudama Spora izgradnja ruralne infrastrukture  Problemi oko pravne legislative  Nedostatak interesa banaka za kreditiranje OPG-a Averzija poljoprivrednika od velikog rizika i strah od kredita Neprepoznatljiva ponuda ruralnog turizma u cjelokupnoj turističkoj ponudi
Razvoj malih i obiteljskih smještajnih kapaciteta u ruralnom prostoru Visok postotak očuvanog kulturnog krajolika, kao potencijala za razvoj ruralnog turizma Poboljšanje organiziranosti svih aktera u ponudi ruralnog turizma	Pasivnost i čekanje na "vanjske" inicijative i investicijske prilike Neorganiziranost i premala suradnja aktera ruralnog turizma na svim razinama

Izvor: [http://www.mps.hr/UserDocImages/UserDocImages/publikacije/Za\\_razvoj\\_ruralnih\\_krajeva.pdf](http://www.mps.hr/UserDocImages/UserDocImages/publikacije/Za_razvoj_ruralnih_krajeva.pdf)

Konkurentnost je izrazito važna u postizanju naglašenog napretka destinacije, a ona će postići navedeni cilj diferenciranjem ponude i naglašavanjem specifičnosti kraja uz neizostavan element kvalitete. Stoga je potrebno u prvom koraku povećati konkurentnost destinacije Hrvatske te raditi na povećanju konkurentnosti Istarske županije.

Istraživanjem na terenu došlo se do spoznaja o nedostacima upravljanja ruralnim prostorom. Uz uklanjanje nedostataka, aktivnosti usmjerene na ruralni razvoj moraju biti fokusirane na nove proizvode i novu ponudu praćenu adekvatnim i sistematičnim upravljanjem resursima. Stoga bi drugi korak bio unapređenje postojeće ponude i kreiranje novog načina upravljanja

Atraktivne prirodne i kulturne znamenitosti geografski su raspršene po čitavom području destinacije, stoga će neke znamenitosti biti više privlačne turistima te će imati i znatno veću posjećenost. Kako bi se broj posjetitelja i turista povećao i na geografski izdvojenim i udaljenim područjima koje imaju manje zanimljive atrakcije (prirodne i povijesno-kulturne), potrebno bi bilo ujedinjavanje svih znamenitosti destinacije pomoću klastera. Osim toga stvorili bi se i povezani itinereri posjeta atrakcijama. Dakle treći korak bio bi stvaranje klastera turističkog (gospodarskog) razvoja.

Tablica 2. SWOT analiza ruralnog turizma u Istri

Prednosti	Nedostaci
Ekološki čisto područje	Još uvijek nedovoljno riješena infrastruktura
Bogato prirodno nasljeđe i kulturno – povijesna baština	Na nekim mjestima loše održavano kulturno – povijesno nasljeđe
Prednosti ekološki zaštićenih područja	Nedostatak stručnog kadra
Ekološki prihvatljiva poljoprivredna proizvodnja	Nedostatak adekvatnog ruralnog (su) financiranja
Autohtoni i tradicionalni proizvodi	Neadekvatni propisi i zakonske regulative
Uzgoj domaćih životinja	Nedovoljna koordinacija i povezanost na nacionalnoj razini
Interes lokalnog stanovništva za razvoj ruralnog turizma (agroturizma)	Nedostatak suradnje između javnog, privatnog i NVO (nevladinog) sektora
Blizina turističkih destinacija	Odsutnost konkretnih razvojnih ciljeva vezanih uz razvoj ruralnog turizma
Dobar geografski položaj s obzirom na blizinu zračnih luka, morski pristup, izgrađenost cesta	
Mogućnosti	Opasnosti
Razvoj proizvodnje autohtonih i ekoloških proizvoda	Povećana devastacija okoliša
Produženje perioda sezone tj. popunjavanja turističkih kapaciteta	Prejak razvoj masovnog turizma u nekim područjima
Smanjenje troškova proizvođača, direktna prodaja	Presporna izgradnja ruralne infrastrukture i loše riješene komunalne aktivnosti
Kvalitetniji marketing, propaganda	Problematika oko pravne legislative
Razvoj ruralnih turističkih destinacija te stvaranje brenda ruralnog turističkog proizvoda	Neadekvatne zakonske odrednice/suprotno razvoju
Integralni pristup	Nedovoljan interes banaka za kreditiranje obiteljskih gospodarstava
Diverzifikacija turističkog proizvoda i razvoj poduzetništva na selu	Strah poljoprivrednika od kreditiranja
Razvoj malih i obiteljskih smještajnih kapaciteta	Nedovoljno prepoznatljiva ponuda ruralnog turizma u cjelokupnoj turističkoj ponudi
Očuvanost kulturnog i prirodnog krajolika kao velikog potencijala za razvoj ruralnog turizma	Pasivnost i čekanje na „vanjske“ investicije / investitore
Poboljšanje povezanosti i organiziranosti aktera u ponudi ruralnog turizma	Neorganiziranost i nedovoljna suradnja aktera ruralnog turizma na svim razinama

Izvor: <http://www.istra.hr> „ROP 2006-2010“, intervju i vlastita obrada

Da bi adekvatno predstavili ruralni turizam kao turistički proizvod potrebno je brendiranje i povezivanje. Brendiranje je put kojim se potencijalni proizvođači i potrošači ohrabruju na kupovinu proizvoda, odnosno na proizvodnju istih.

U konačnici potrebno je poraditi na povećanju ukupne kvalitete ruralnog prostora jer trenutna ponuda ne zadovoljava zahtjeve suvremenog tržišta što se u buduću treba mijenjati dovođenjem novih investitora i zadržavanjem postojećih, s potrebnom razinom znanja i stručnosti te iskustvom u području razvoja ruralnog područja na europskoj i svjetskoj razini.

## Literatura

- Brailo P. (1995). Ruralni turizam u okolini Dubrovnika. 43(7-8): 143.-148.
- Cicvarić A. (1980). Turizam i privredni razvoj Jugoslavije Informator, Zagreb, citirano u: Mirković, 2002.
- Encyclopedia of Tourism (2000). ur. Jafar Jafary. Routledge. London – New York
- Kušen E. (1995). Turizam na seljačkim gospodarstvima, Turizam. 43 (7-8): 127-133.
- Kušen E., Hendija Z. (2005). Konkurentnost hrvatskog ruralnog turizma, Institut za turizam Zagreb.
- Pirjevec B. (1998). Ekonomska obilježja turizma. Sveučilište u Zagrebu. Golden Marketing, Zagreb.
- Vuković B. (2005). Povijest hrvatskog turizma. Prometej, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti. Zagreb.
- WTO World Tourism Organization (2004). Rural Tourism in Europe: Experience, Development and Perspectives
- WTO World Tourism Organization (2001). Special Report: The German Ecotourism Market, 10., Madrid,
- <http://www.istra.hr> Regionalni operativni program „ROP 2006-2010“
- [http://www.mps.hr/UserDocsImages/UserDocsImages/publikacije/Za\\_razvoj\\_ruralnih\\_kraj\\_eva.pdf](http://www.mps.hr/UserDocsImages/UserDocsImages/publikacije/Za_razvoj_ruralnih_kraj_eva.pdf), pristupljeno 06.04.2011.

sa2012\_o208

# Stavovi potrošača vina o vinskim podrumima i vinskim cestama

Anita Silvana ILAK PERŠURIĆ<sup>1</sup>, Romina SINOSICH<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut za poljoprivredu i turizam, K. Hugues 8, 52440 Poreč, Hrvatska  
(e-mail: anita@iptpo.hr)

<sup>2</sup>Sveučilište u Osijeku, Ekonomski fakultet, Gajev trg 7, 31000 Osijek, Hrvatska

## Sažetak

U sklopu istraživanja na znanstvenoistraživačkom projektu "Valorizacija resursa vinove loze *Vitis* sp. i banka gena" provedeno je pilot istraživanje tijekom izložbe vina Vinistra u 2009. godini o stavovima potrošača u odnosu na posjete vinskim podrumima i vinskim cestama. Ispitanici su samoprocjenom ocijenili prosječnim svoje znanje o vinima i vinskim cestama, a od ponude vina i posjetama vinskim podrumima očekuju ponudu autohtonih kvalitetnih vina karakterističnih za područje županije-regije u kojoj se nalaze.

Ključne riječi: vinski podrum, vinske ceste, potrošači vina, Istra

## Consumer opininions about wine cellars and wine routes

### Abstract

On the research project "Evaluation of *Vitis* sp. resources vine and gene bank", a pilot study about consumer attitudes in relation to the wine cellars and wine trails visits was carried out during the wine festival Vinistra in 2009. From the sample by self evaluation the consumers expressed their average knowledge about wines and wine routes while expectations towards wine offer and wine cellars were oriented to quality autochthonous wines with characteristics of the county-region in which they were situated.

Key words: wine cellar, wine roads, wine consumers, Istria

### Uvod

Pred proizvođače vina sve se češće postavljaju zahtjevi otvaranja ka javnosti, izravni kontakt s potrošačima, aktivna prezentacija o tehnologijama proizvodnje te kušanju vina u vinskim podrumima i opremljenim degustacijskim dvoranama (Ilak Peršurić i Težak 2011., Peršurić et.al 2009.). Proaktivni potrošači zanimaju se za proizvodnju u vinogradima, tehnologijama prerade i punjenja vina te kušanje vina. Oni u vinskim podrumima traže jedinstven doživljaj i kontakt s proizvođačem. Slijedom toga organiziranom inicijativom proizvođača vina stvorene su vinske ceste koje omogućavaju organizirane posjete potrošača vina te zajedničku promociju proizvođača. Povećani interes potrošača za vino u zadnjih je desetak godina doprinjeo i razvoju novog selektivnog oblika turizma tzv. "vinski turizam" koji se sastoji od posjete lokalnim vinskim cestama i vinarima gdje se kuša i kupuje vino (Dodd, 1995.). Vinogradi u svojstvu turističke atrakcije i zaštićenog krajolika pozitivno utječu na imidž turističke destinacije (Charters i Ali-Knight 2002., Getz i Brown 2006.), a vinske ceste dodatni su motiv posjete turističkoj destinaciji (Hall i Mitchel 2002., Bruwer 2003.).

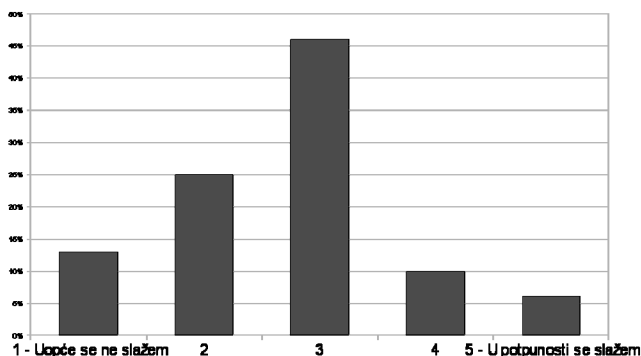
## Materijali i metode

U svrhu istraživanja tematike vinskih cesta i obilježja vinarija na znanstvenoistraživačkom projektu "Valorizacija resursa vinove loze *Vitis sp.* i banka gena" provedeno je pilot istraživanje na izložbi vina „Vinistra” u 2009. godini. Anketiranje je provedeno tijekom trajanja Vinistre, od 30.4.2009. do 02.5.2009. u Poreču na uzorku 48 ispitanika. Svrha je bila utvrditi osnovne parametre posjetilaca sajma da bi se u narednim godinama provelo opsežnije istraživanje na većem uzorku. Anketa je sadržavala pitanja o sociodemografskim podacima ispitanika, o njihovim posjetama vinskim podrumima i vinskim cestama, poznavanju vinskih regija te stavovima o vinu. Za graf 1. i 4. ocjene su određene u pet stupnjeva po Likertovoj skali (uopće se ne slažem 1, većinom se ne slažem se 2, slažem se 3, većinom se slažem 4 i slažem se u potpunosti 5), odnosno u grafu 4. procjena uopće nije bitno (1) do jako bitno (5). Za graf 2. ocjena od nepostojećeg (1) do širokog znanja (5). Za graf 3 prosječni zboj ocjena.

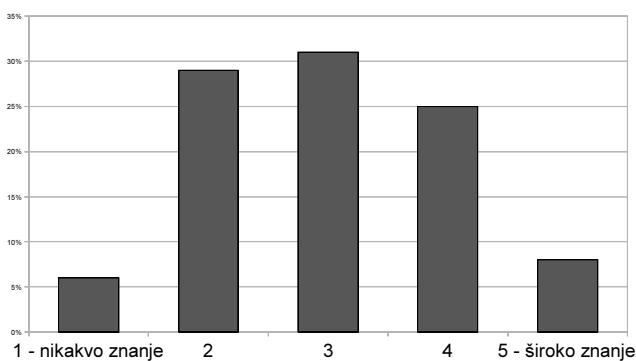
## Rezultati i rasprava

Ispitanici su bili iz Republike Hrvatske, u dobi od 20 do 52 godina (prosječna dob ispitanika bila je 33 godine) od toga 23 ženski, a 25 muški ispitanici. Po zanimanju su bili najčešće studenti, poduzetnici i službenici, prema obrazovnoj strukturi petina ih je imalo srednju stručnu spremu, četvrtina višu, a ostali su imali fakultetsko obrazovanje. S prosječnom ocjenom od 2.73 ispitanici su ocijenili prepoznatljivost Istre kao vinske regije na svjetskoj razini (Graf 1.). U potpunosti je Istra poznata u svijetu za desetak posto ispitanika, a za 46 posto je osrednje poznata.

S prosječnom ocjenom od 3.00 ispitanici su ocijenili svoje znanje o domaćim i svjetskim vinima (Graf 2). Ocjene su bile dosta ujednačene i trećina ih je davalo ocjenu dva i tri, a četvrtina ispitanika ocijenila je svoje znanje četvorkom. Oko trećine ispitanika pokazalo je da poznaje neke vinske regije van Europe, u SAD, Čileu i Australiji, a manje od deset posto ih je posjetilo te regije.



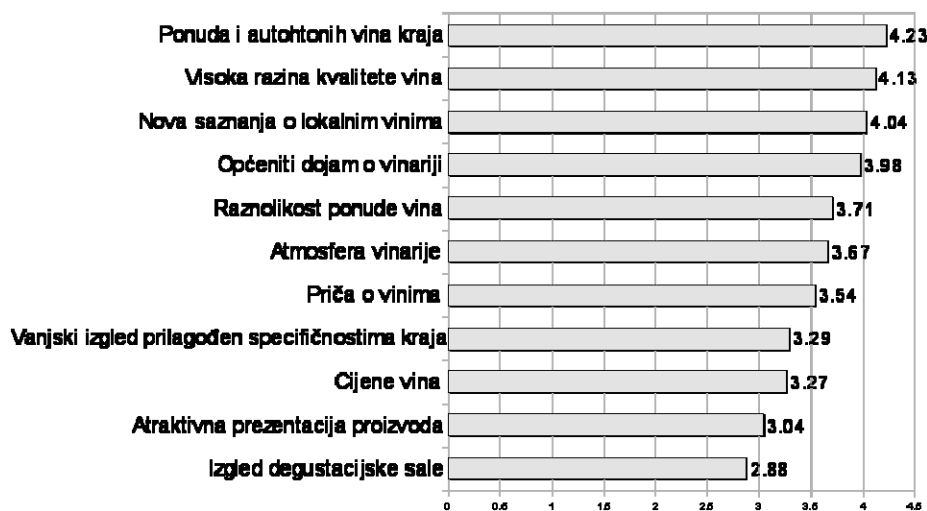
Graf 1. Smatram da je Istra poznata u svijetu kao regija vinskog turizma



Graf 2. Znanje o vinima ispitanih potrošača

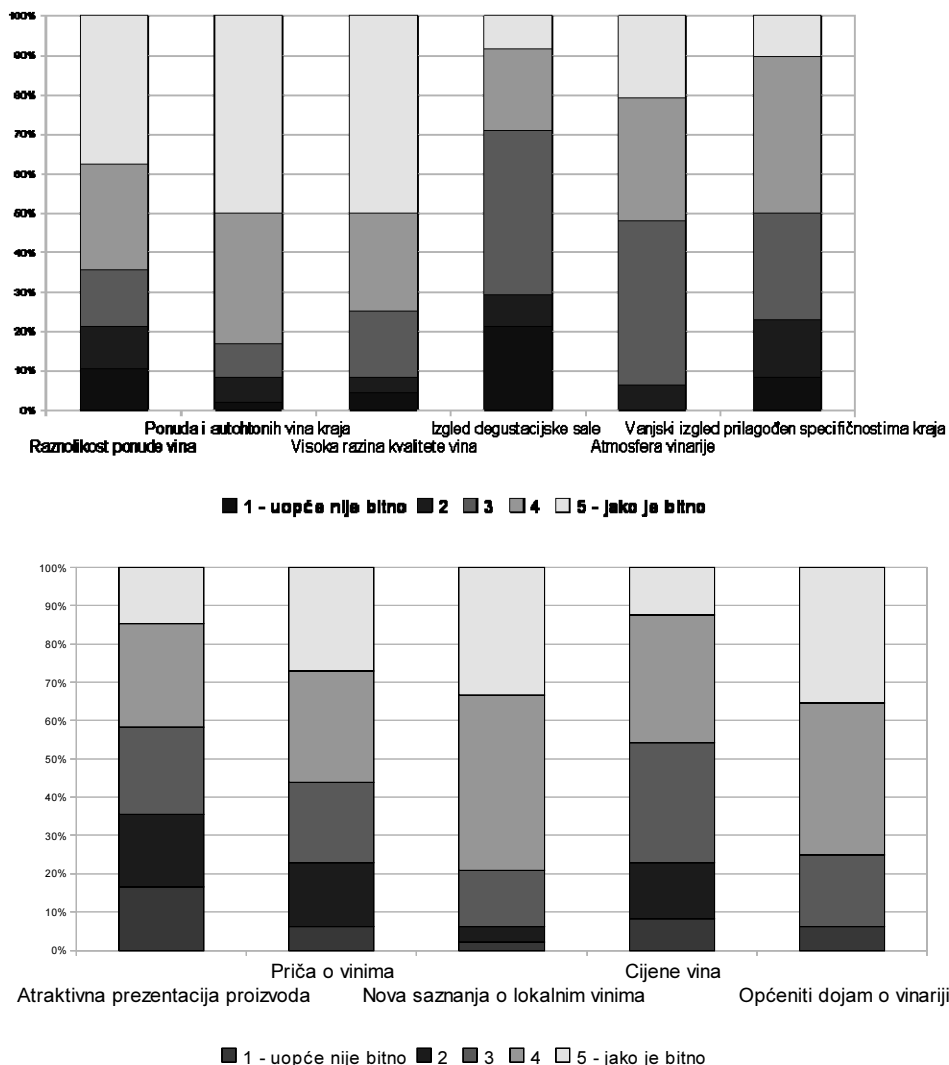
Glede korištenja godišnjeg odmora preferencije ispitanika naginju drugim tipovima turizma (maritimni, planinski, avanturistički), stoga vinske destinacije imaju ocjenu 2.17 za atraktivnost (najviša je 5). Kao razlog ispitanici navode cijenu puta i boravka (primjerice u Piemontu, Italija, trodnevni program s dva noćenja i obilaskom vinarija košta oko tristo eura po osobi). Ako u destinaciji postoje poznati vinari to je manje važan faktor pri odabiru destinacije za odmor (ocjena 2.10). U slučaju da imaju mogućnost posjete vinarija u odabranoj destinaciji većina će posjetiti barem jednu vinariju (ocjena 3.41) Kad se nađu u ugostiteljskom objektu na takvoj destinaciji većina će ih naručiti vino uz obrok (ocjena 3.67), što potvrđuju prijašnja istraživanja (Ružić et al. 2006). Uz obroke će ispitanici češće naručiti vino nego neko drugo piće (ocjena 3.71), a pri tome nije nužno prethodno poznavanje proizvođača (ocjena 2.77).

U posjetama vinskim podrumima ispitanicima je najvažnija ponuda autohtonih vina i visoka kvaliteta tih vina, a manje je važna njihova cijena (Graf 3.). Od ukupnog broja ispitanika polovina njih najvećom ocjenom ocjenjuje autohtonost vina i visoku kvalitetu, a vrlo visokom četvorkom još trećina. Istraživanja u Francuskoj (d'Hautville et al. 2007.) pokazuju da je porijeklo i autohtonost vina vrlo važna potrošačima, pogotovu onima koji visoko ocjenjuju svoje znanje o vinima. Također ime vina koje sadrži ime autohtone sorte na etiketi važno je talijanskim potrošačima (Hertzberg i Malorgio 2008). Slične nalaze u Australiji daju Hall i Mitchel (2002). Istraživanja u Australiji pokazala su da je cijena vina važnija od autohtonosti, kvalitete, okusa i boje vina (Getz i Brown 2006). Glede pristupa potrošaču važan je opći dojam (posebice sklonost ka rustikalno uređenim vinarijama) i atmosfera.



Graf 3. Prosječne ocjene o vinariji i vinima

U grafu 4. prikazano je u postocima mišljenje ispitanika o pojedinim značajkama ponude vina, značajki degustacijskog prostora i tzv. vinske priče. Tako je raznolikost ponude vina bitna je ili jako bitna za 65 posto ispitanika. Istovjetno je za atribut kvalitete vina. Raznolikost ponude u smislu izbora vrsta vina jako je bitna ili bitna za 65 posto ispitanika. Glede izgleda vinarije za polovicu ispitanika uklopljenost i lokalni ambijent i rustikalni, tradicionalni izgled vinarije i prostora za kušanje vina jako je bitan ili bitan. Za osamdeset posto ispitanika opći dojam je vrlo bitan ili bitan i smjernica da li će posjet preporučiti poznanicima. U tzv. vinskoj priči ispitanicima su važna nova saznanja o lokalnim vinima te o vinima proizvođača kojeg su posjetili. Vinsku priču i nova saznanja o lokalnim vinima bitnom ili vrlo bitnom smatra čak 80 posto ispitanika (slične nalaze u Kanadi ističe Williams, 2001).



Graf 4. Stavovi o vinariji i vinima u %

### Zaključak

Temeljem istraživanja na uzorku ispitanika uvidjeli smo da njihovo prosječno znanje o vinima pokušavaju unaprijediti posjetama vinskim sajmovima, vinskim cestama i pojedinim proizvođačima. Premda ispitanicima „vinski turizam“ nije prioritet pri odabiru destinacije za odmor u slučaju da imaju mogućnost posjetiti neku od vinarija. Glede atributa vinarija hrvatskim potrošačima je najvažnija vinska priča i nova saznanja o lokalnim vinima te njihova autohtonost i kvaliteta. Ove ocjene su ujednačene glede istraživanja u Europi gdje su preferencije potrošača slične. Potrošači tzv. „starog kontinenta“ tradicionalno su stabilno tržište koje preferira lokalna vina, autohtone sorte i prepoznatljivost vinskih regija u odnosu na potrošače iz „novog svijeta“ koji preferiraju sorte koje nisu autohtone (npr. Cabernet Sauvignon, Shiraz, Chardonnay) i cijenu stavljaju ispred teritorijalnosti.

## Literatura

- Bruwer J. (2003). South African wine routes: some perspectives on the wine tourism industry's structural dimensions and wine tourism product. *Tourism management* 24(4):423-435.
- Charters S., J. Ali-Knight (2002). Who is the wine tourist. *Tourism management* 23(3):311-319.
- D'Hautville F., Fornerino M., Perrouty J.P. (2007). Disconfirmation of taste as a measure of region of origin equity. *International Journal of Wine Business Research* 19(1):33-48.
- Dodd T. (1995). Opportunities and pitfalls of tourism in a developing wine industry. *International Journal of wine marketing* 7(1):5-16
- Getz D., G. Brown (2006). Critical success factors for wine tourism regions: a demand analysis. *Tourism management* 27:146-158.
- Hall C. M., R. Mitchel (2002). The touristic terroir of New Zealand wine: the importance of region in the wine tourism experience. In Montanari A (Ed.), *Food and environment: geographies of taste: 69-91*, Societa Geographica Italiana. Rim.
- Hertzberg H., G Malorgio (2008). Wine demand in Italy: an analysis of consumer preferences. *New Medit* 4:40-46.
- Ilak Peršurić A.S., A. Težak, (2011). Wine production on Istria family farms. *Acta agriculturae Slovenica*. 97(1):25-31.
- Peršurić Đ., Ilak Peršurić, A.S., Težak, A. (2009). Wine Offer in Istrian Wine Cellars. 32nd World Congress of Vine and Wine and 7th General Assembly of the OIV: proceedings, Zagreb.
- Ružić P., Ilak Peršurić A.S., Milohanović, A. (2006). The impact of consumer preferences on Istrian Malvasia wine consumption. *Rivista di viticoltura e di enologia* 59 (2-3): 99-110.
- Williams P. (2001). Positioning wine tourism destinations: an image analysis. *International Journal of Wine Marketing* 13(3):42-59.

sa2012\_0209

# Utjecaj prilagodbe zakonodavstva na promjene u sektoru vinogradarstva i vinarstva Hrvatske

Mateja JEŽ ROGELJ, Ante ANDABAK, Željka MESIĆ

Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska  
(e-mail: mrogelj@agr.hr)

## Sažetak

Cilj rada je dati pregled promjena hrvatskog zakonodavstva u sektoru vinogradarstva i vinarstva usklađivanog tijekom prepristupnog razdoblja s EU zakonodavstvom, te ustanoviti posljedice usklađivanja na promjene u površinama pod vinogradima i na proizvodno-potrošnu bilancu. Rezultati istraživanja pokazuju da su površine pod vinogradima u RH rasle do 2008. godine nakon čega dolazi do stagnacije. Hrvatsko zakonodavstvo u navedenom sektoru prilagođeno je europskom, no stupanje na snagu nekih zakona i pravilnika pričekat će dan ulaska u EU. Navedenu činjenicu treba što bolje iskoristiti u smislu informiranja i prilagodbe hrvatskih vinogradara i vinara europskim standardima.

Ključne riječi: sektor vinogradarstva i vinarstva, zakonodavstvo, prilagodba EU

## Effect of legislation adjustment on changes in legislation in Croatia's viticulture and wine producing sector

### Abstract

Aim of this paper is to give an review of the changes in Croatian wine sector legislation which was adjusted to EU viticulture and wine production sector legislation during pre-accesion period, as well to establish consequences of adjustment to changes in vineyard surfaces and production-supply balance. The results of reserarch show that the surfaces under vineyards in Republic of Croatia rose to 2008. after which comes to stasis. Croatian legislation in pre-accesion period was adjusted to the one in EU, but some legal acts will come to force at the moment of Croatia's admittance to EU. This fact should be used in terms of informing and adjusting Croatia's wine growers and wine producers to EU standards.

Key words: wine sector, legislation, EU adjustment

### Uvod

Tijekom prepristupnog razdoblja Republika Hrvatska (RH) je morala prilagoditi svoje cjelokupno zakonodavstvo onome u EU, pa tako i ono iz sektora vinogradarstva i vinarstva. To je bio iznimno zahtjevan posao jer EU, kao vodeći proizvođač (45% svjetskih površina pod vinogradima, 60% svjetske proizvodnje), potrošač (60% svjetske proizvodnje) i uvoznik odnosno izvoznik vina (EC, 2006), ima veoma opsežan i kompliciran zakonski okvir u području vinogradarstva i vinarstva. Taj je proces bio time teži što su se u isto vrijeme odvijale velike promjene u EU zakonodavstvu u vinskom sektoru. Količina neprodanoga vina u EU procjenjuje se na oko 15 mil. hl. Postojeće zalihe vina prelaze razinu jednogodišnje proizvodnje, a zbog uvoza koji premašuje izvoz i dalje se povećavaju (Čačić i sur., 2010). Novim zakonskim okvirom EU je otvorila novu stranicu u vinskom sektoru koja ima za cilj restrukturiranje sektora u smjeru poboljšanja kvalitete i tržišnosti europskih vina. Da bi se osigurala što bolja pripremljenost sektora vinogradarstva i vinarstva za



članstvo u EU te bolja iskorištenost mogućnosti koje članstvo nudi donesen je Nacionalni program pomoći sektoru vina za razdoblje od 2011. do 2013. godine (MPRRR i HGK, 2011.).

### **Cilj rada**

Cilj rada je dati pregled promjena hrvatskog zakonodavstva u sektoru vinogradarstva i vinarstva usklađivanog tijekom prepristupnog razdoblja s EU zakonodavstvom na osnovi kratkog pregleda posljednjih promjena zakonodavstva u EU. Na temelju analize zakonodavne prilagodbe, cilj nam je procijeniti utjecaj usklađivanja na promjene u površinama pod vinogradima i na proizvodno-potrošnu bilancu.

### **Materijali i metode**

Rad se temelji na analizi sadržaja dokumenata i zakonskih akata u RH i EU, sekundarnoj analizi dosad objavljenih radova o prilagodbi hrvatskog zakonodavstva EU zakonodavstvu u području vinogradarstva i vinarstva i tržišta vina, te obradi statističkih podataka Državnog zavoda za statistiku i OIV-a. Za sažeti prikaz stanja na hrvatskom tržištu vina korištena je metoda bilance (sukladno metodologiji EUROSTAT-a).

### **Rezultati i rasprava**

Prema podacima DZS-a RH, a na osnovu baznog istraživanja o strukturi vinograda u 2009. godini, registrirano je 59.998 proizvođača dok je ukupna površina pod vinogradima u RH u 2010. godini iznosila 34.000 ha (MPRRR i HGK, 2011.). Najviše površina pod vinogradima imamo u Jadranskoj Hrvatskoj (16.589 ha) u kojoj se nalazi 49,03% od ukupnih površina Republike Hrvatske (DZS, 2011.). Karakteristično za vinogradarsku proizvodnju u našoj zemlji je rascjepkanost zemljišnih površina tako da je prosječna površina nasada manja od 1 hektar (Oplanić i sur., 2011.).

Sektor vinogradarstva i vinarstva u RH regulira 25 zakonskih akata, od toga tri zakona, 18 pravilnika, dvije liste i dva popisa (HCPHS, 2011). Krovni zakon koji regulira tržište vina u Republici Hrvatskoj je Zakon o uređenju tržišta poljoprivrednih proizvoda (NN 149/09 i 22/11)<sup>1</sup>. Navedeno se zakonodavstvo već duži niz godina prilagođava europskom zakonodavstvu, te sada već možemo reći da je, ako ne u potpunosti, onda velikim djelom prilagođeno.

Najviše promjena odvijalo se tijekom 2010. i 2011. godine kada su po prvi puta doneseni sljedeći pravilnici: (i) Pravilnik o kategorijama proizvoda od grožđa i vina, enološkim postupcima i ograničenjima, (ii) Pravilnik o zaštićenim oznakama izvornosti i zaštićenim oznakama zemljopisnog podrijetla, tradicionalnim izrazima i označavanju vina, (iii) Pravilnik o registru vinograda, obveznim izjavama, pratećim dokumentima i podrumskoj evidenciji i (iv) Pravilnik o kontroli sukladnosti proizvoda u sektoru vina pri trgovini s trećim zemljama. Tim pravilnicima su zamijenjeni, odnosno bit će zamijenjeni ulaskom u EU, neki dosadašnji pravilnici, odnosno dijelovi pravilnika radi usklađivanja s EU zakonodavstvom. Odgođeno stupanje na snagu već donesenih Pravilnika trebalo bi što bolje iskoristiti u smislu pripreme proizvođača zakonskim propisima koji ih očekuju ulaskom Hrvatske u Europsku uniju. Pravilnik o zaštićenim oznakama izvornosti i zaštićenim oznakama zemljopisnog podrijetla, tradicionalnim izrazima i označavanju vina posebice je zanimljiv za naše proizvođače koji bi svoju šansu na europskom tržištu trebali tražiti s kvalitetnim i brendiranim proizvodima koji postižu više cijene, pošto je hrvatska proizvodnja vina premalena da bi kvantitetom konkurirala vodećim europskim proizvođačima vina kao što su Francuska, Italija i Španjolska. Tome u prilog govori i činjenica da je u EU u posljednjih 20 godina pala potrošnja stolnih vina, dok je potrošnja kvalitetnih vina u porastu (EC, 2006).

Posljednja veća reforma tržišta vina u EU prihvaćena je u travnju 2008. godine. Svrha Uredbe (EC) No 479/2008<sup>2</sup> je potpuna reorganizacija tržišta vina u EU: (i) uspostavljanje ravnoteže na tržištu vina, (ii) postupno ukidanje razmetnih i skupih mjera tržišne intervencije, (iii) preusmjerenje sredstava na jačanje konkurentnosti europskih vina (EC, 2008). Reformom je također predviđeno dobrovoljno krčenje vinograda na površini od 175.000 ha u razdoblju od 2009-2011 godine, kao i ukidanje restriktivnih pravila sadnje na

<sup>1</sup> Tržište vina u RH reguliraju još: Zakon o vinu (NN 96/03, 55/11) i Zakon o hrani (NN 46/07, 155/08 i 55/11)

<sup>2</sup> Ukinuta Uredbom (EC) 491/2009

razini EU od 1. siječnja 2016. godine s mogućnošću da ga države članice zadrže do prosinca 2018. godine ukoliko to žele.

U EU se bilježi konstantan pad površina pod vinogradima što je posljedica restriktivne politike sadnje novih vinograda i poticanja krčenja postojećih. Reformom tržišta vina osigurano je 464 mil. eura naknade vinogradarima za krčenje 175.000 ha vinograda u razdoblju od 2009. do 2011. godine (EC, 2008). Prema podacima Eurostata, u 2010. godini je u EU zabilježeno 3479 tisuća ha površina pod vinogradima što je smanjenje za 4,95% u odnosu na 2009. godinu.

U Hrvatskoj je zabilježena stagnacija površina pod vinogradima u razdoblju od 2000. do 2004. godine. Nakon donošenja Operativnog programa podizanja trajnih nasada 2004. godine bilježi se rast površina pod vinogradima, no taj rast je manji od predviđenog. Naime, Operativnim programom podizanja trajnih nasada planirano je povećanje površina pod vinogradima za 13.000 ha u razdoblju od 2004. do 2007. godine, no ostvaren je rast od svega 4.000 ha, odnosno 6.000 ha ako uzmemo u obzir i 2008. godinu.

Tablica 1. Površine pod vinogradima u EU (ooo ha)

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008*
EU-15	3495	3496	3450	3434	3420	3393	3361
EU-25			3610	3591	3566	3537	3499
EU-27						3839	3792

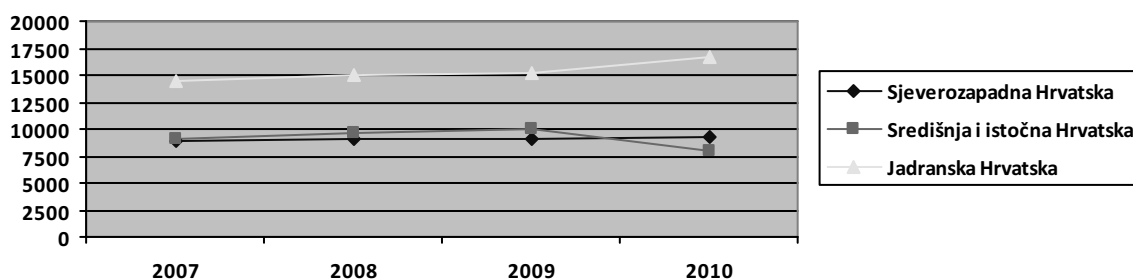
Izvor: OIV, 2011 (\*Izvor nema podataka za 2009. i 2010. godinu)

Tablica 2. Površine pod vinogradima u RH (1000 ha)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
RH	28	28	28	28	28	30	31	32	34	34	34

Izvor: DZS, 2011.

Od 2008. godine nadalje bilježi se stagnacija površina pod vinogradima što se može povezati s ukidanjem potpora za podizanje novih nasada vinograda (novi Zakon o državnoj potpori poljoprivredi i ruralnom razvoju, NN 83/2009) u iznosu od 28.000 kn/ha, odnosno 37.800 kn/ha na područjima s težim uvjetima gospodarenja. Najnovijim Zakonom o državnoj potpori poljoprivredi i ruralnom razvoju (NN 92/10) nije se ništa mijenjalno u pogledu poticaja za podizanje novih nasada, tj. poticaji za tu namjenu ne postoje. Premda su poticaji za podizanje novih nasada vinograda ukinuti, u Jadranskoj Hrvatskoj bilježimo rast površina pod vinogradima u razdoblju od 2009. do 2010. godine za gotovo 10%.



Graf 1. Površine pod vinogradima u regijama Republike Hrvatske; Izvor: DZS, 2011 (1428)

Prema evidenciji Hrvatskog zavoda za vinogradarstvo i vinarstvo, broj proizvođača vina upisanih u Upisnik proizvođača grožđa, vina i voćnih vina u 2005. godini koji stavljaju svoje vino na tržište iznosio je 14.692. (Božić, 2008). Do 31. prosinca 2010. godine ta se brojka popela na 18.345 proizvođača s ukupnom površinom od 18.678 ha, iz čega možemo vidjeti da je prosječna veličina vinograda po proizvođaču 1,02 ha (HCPHS, 2011).

**Tablica 3. Proizvodno – potrošna bilanca za vino 2000.-2008. (mil. litara)**

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Proizvodnja	130,17	126,52	120,37	124,84	123,74	136,54	127,76
Ukupan uvoz	127,35	127,31	124,97	135,38	135,16	149,08	139,25
Ukupan izvoz	10,75	8,37	8,89	2,86	3,02	3,02	2,64
Domaća potrošnja	128,69	128,46	121,30	133,98	140,29	141,99	139,87
Potrošnja po glavi stanovnika/l	23,84	22,94	22,33	25,20	27,15	28,31	27,85
Stupanj samodostatnosti	101,16	98,49	99,24	93,18	88,21	96,16	91,34

Izvor podataka: Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja, 2009.

Potrošnja vina u Hrvatskoj je u laganom porastu i kreće se oko 28 litara po stanovniku godišnje, čime se Hrvatska približila prosječnoj potrošnji vina u EU. Hrvatska je do 2002. godine bila samodostatna u vinu, da bi potom u 2008. stupanj samodostatnosti pao na 91% (Tablica 4). Ulaskom Hrvatske u EU doći će do značajne promjene u vanjsko trgovinskoj politici, pa će tako dosadašnji uvoz unutar carinskih kvota prema članicama EU biti zamijenjen slobodnim uvozom bez količinskih ograničenja. Smanjenje carinske zaštite pri uvozu vina iz zemalja članica za posljedicu može imati pad uvoznih cijena i rast uvoza. Kako bi hrvatske vinare zaštitili od jeftinije i agresivnije konkurencije potrebno je smanjiti proizvodne troškove, povećati ulaganja u razvoj marke te pojačati promotivne aktivnosti usmjerene jačanju imidža, prepoznatljivosti, prodaje i potrošnje hrvatskih kvalitetnih vina s naglaskom na autohtona vina. Također, jedna od mogućnosti za povećanje konkurentnosti hrvatskih vina je primjena Pravilnika o zaštićenim oznakama izvornosti i zaštićenim oznakama zemljopisnog podrijetla, tradicionalnim izrazima i označavanju vina (NN 141/2010). Prema navedenom Pravilniku potrebno je zaštititi što veći broj hrvatskih autohtonih vina jer istraživanja u zemljama EU, gdje se već primjenjuje taj Pravilnik, pokazuju da zemljopisne oznake doprinose smanjenju ilegalnog tržišta, sprječavaju zlouporabu imena, povećavaju poznatost, prodaju i prodajnu cijenu zaštićenih proizvoda (Mesić, 2010).

### **Zaključci**

Površine pod vinogradima, kao i proizvodnja vina u Hrvatskoj rase su dok se domaćom politikom poticala sadnja trajnih nasada koja nije bila u skladu s politikom restrikcije sadnje novih vinograda koja je istovremeno bila na snazi u EU. U 2009. godini RH donosi novi Zakon o državnoj potpori poljoprivredi i ruralnom razvoju (NN 83/09) koji predstavlja prilagodbu načinu isplate potpora u EU. Od tada površine pod vinogradima u RH više ne rastu nego stagniraju. Utjecaj prilagodbe zakonodavstva na proizvodno-potrošnu bilancu nije moguće procijeniti, jer vinogradi u početnu rodnost dolaze treće, a u punu tek sedme ili osme godine nakon sadnje. S obzirom da je poticanje sadnje završeno zaključno s 2007. godinom, prvo povećanje proizvodnje očekuje se tek 2010. godine za koju nema dostupnih podataka.

Donošenjem određenih pravilnika koji će stupiti na snagu tek ulaskom RH u EU ostavljen je prostor za prilagodbu koji treba što kvalitetnije iskoristiti na dobrobit naših proizvođača. S tim ciljem naglasak treba staviti na što bolju suradnju proizvođača i državnih tijela općenito, a posebice u razdoblju do ulaska Hrvatske u EU u smislu što boljeg informiranja proizvođača o pravilima koja ih očekuju ulaskom u EU. Tržište vina u Hrvatskoj ima velike mogućnosti da postane poznato po proizvodnji kvalitetnih i autohtonih vina, ali samo ako se organizira i prilagodi europskim propisima, pravilima i zakonima.

S obzirom na to da ne možemo konkurirati kvantitetom na EU tržištu vina, preostalo razdoblje do prestanka zabrane sadnje novih nasada vinograda u EU (1.1.2016.) treba iskoristiti na način da se hrvatska vina na EU tržištu prepoznaju kao vina visoke kvalitete. Ukoliko se taj cilj ostvari prestanak zabrane sadnje novih vinograda trebalo bi iskoristiti u smislu sadnje novih vinograda za proizvodnju vina visoke kvalitete.

### **Literatura**

Božić, M. (2008): Hrvatsko tržište vina; <http://www.hcpm.agr.hr/docs/hrtrvina.pdf>

Council Regulation (EC) No 479/2008, OJ L 148, 06.06.2008.

Čačić, J., Gajdoš Kljusurić, J., Banović, M., Rumora, I., Čačić, D.(2010): Hrvatsko vinogradarstvo i vinarstvo u svjetlu pristupanja EU, Poljoprivreda, Vol. 16, No. 2

- Državni zavod za statistiku; <http://www.dzs.hr/>
- European Commission, Directorate-General for Agriculture and Rural Development (2006): Wine, Economy of the sector;  
[http://ec.europa.eu/agriculture/markets/wine/studies/rep\\_econ2006\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/agriculture/markets/wine/studies/rep_econ2006_en.pdf)
- European Commission-Eurostat (2011): Agriculture and fishery statistics, Main results 2009-10;  
[http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY\\_OFFPUB/KS-FK-11-001/EN/KS-FK-11-001-EN.PDF](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-FK-11-001/EN/KS-FK-11-001-EN.PDF)
- European Commission: Reform of the EU wine market (2008);  
[http://ec.europa.eu/agriculture/capreform/wine/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/agriculture/capreform/wine/index_en.htm)
- European union;  
<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/09/1214&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en>
- Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo, Zavod za vinogradarstvo, vinarstvo i voćarstvo:  
Izvješće o aktivnostima u 2010. godini, Zagreb, 2011. godina
- International Organization of Vine and Wine;  
<http://www.oiv.int/oiv/info/enstatoivextracts2?lang=en>
- Mesić, Ž. (2010.): Utjecaj zemljopisnih oznaka na konkurentnost poljoprivredno-prehrambenih proizvoda – očekivanja proizvođača, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Magistarski rad
- Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja i Hrvatska gospodarska komora (2011): Nacionalni program pomoći sektoru vina za razdoblje od 2011. do 2013. godine, Zagreb
- Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja (2009): Plan implementacije Vinogradarskog registra u RH, Zagreb
- Oplanić, M., Voić, A., Brščić, K. (2011.): Poljoprivredno zemljište-čimbenik uspješnosti vinogradarske proizvodnje, 46. hrvatski i 6. međunarodni simpozij agronoma, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, 2011.
- Pravilnik o kategorijama proizvoda od grožđa i vina, enološkim postupcima i ograničenjima (NN 114/10)
- Pravilnik o registru vinograda, obveznim izjavama, pratećim dokumentima i podrumskoj evidenciji (NN 121/10)
- Pravilnik o zaštićenim oznakama izvornosti i zaštićenim oznakama zemljopisnog podrijetla, tradicionalnim izrazima i označavanju vina (NN 141/10)
- Vlada Republike Hrvatske (2011.): Izvješće o ispunjavanju obveza iz poglavlja 11. Poljoprivreda i ruralni razvitak, Zagreb

sa2012\_0210

# Situation and opportunities of dairy sector in Hungary and Latvia

Agnese KRIEVIŅA<sup>1,2</sup>, Tamás MIZIK<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Latvia University of Agriculture, Department of Economics, Svētes 18, LV-3001 Jelgava, Latvia  
(e-mail: agnese@lvaei.lv)

<sup>2</sup>Latvian State Institute of Agrarian Economics, Department of Agricultural Development and Economic Relations, Struktoru 14, LV-1039 Riga, Latvia

<sup>3</sup>Corvinus University of Budapest, Department of Agricultural Economics and Rural Development, Fovam ter 8., H-1093 Budapest, Hungary

## Abstract

Dairy sector is a special one in the EU, one of the last remained sensitive sectors. It has faced with dramatic changes in both Hungary and Latvia starting with the transition and followed by the EU accession. The aim of this paper is to give an overview of the dairy sector and an analysis based on structural, conduct and performance indicators. With the help of Structure-Conduct Performance, the main determining factors of dairy sectors can be identified and summarised in the frame of SWOT analysis.

Key words: dairy sector, value added, Structure-Conduct Performance paradigm, SWOT

## Introduction

Dairy sector has traditionally been one of the main agri-food sectors in both Hungary and Latvia. However, as in the country situated more on the north, milk production in relative terms is of more importance in Latvia than in Hungary. Dairy farming accounts for 22.0% of the total agricultural goods output at producer prices, and manufacture of dairy products constitutes 21.6% of the total value in food industry in Latvia (Eurostat database), what is the largest value among agricultural sectors and the second largest among food sectors. Dairy sector gives 7.9% of gross agricultural production value in Hungary (FAO database). Due to the support system of the Common Agricultural Policy (CAP), crop production has the highest share in agricultural output. However, Hungary is the 5th largest milk producer in the EU among the new Member States, Latvia is comparatively smaller producer – obtaining about half of the Hungarian milk amount.

Since joining the EU, the dairy sector is part of the EU single market and the CAP measures are applied in the sector, including milk quota system. Generally, milk quota limits the amount of milk produced, but, at the same time, it also determines the structural distribution of milk production in the EU, reducing the existing differences among the countries. Therefore, the abolishment of milk quota in 2015 determines the crucial need to ensure competitiveness as otherwise milk production at the existing level could be endangered in less competitive countries.

The paper seeks to describe and estimate the state and performance of the dairy sector in Hungary and Latvia, as well as to evaluate its overall competitive position.

The paper has been supported by the European Social Fund within the project “Support for the implementation of doctoral studies at Latvia University of Agriculture”, agreement No. 2009/0180/1DP/1.1.2.1.2/09/IPIA/VIAA/017, contract No. 04.4-08/EF2.PD.29.

## Materials and methods

The analysis is based on the Structure-Conduct Performance paradigm. This approach is much used in empirical studies in industrial organisation, though; it is not based on a formal theory, but hypotheses that market structure affects the market conduct of a firm, which in turn results in market performance. To

evaluate to the overall competitive position of the sector in both countries, a SWOT analysis has been used (an abbreviation for Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats).

To have an overall and comparable picture, FAO database was used to show changes in cow population and milk yields. Structural, conduct and performance indicators were based on the latest reports on milk sector in Hungary and Latvia. In case of missing data, national statistics and expert studies were used. SWOT analysis required a detailed overview of the relevant literature and interviews with some key actors of the milk sector.

### Characteristics of milk sector

Dairy sector is a special issue in the EU as milk production is regulated by quota system. The Health Check of the CAP resulted soft-landing by eliminating milk quotas by 2015. It causes decreasing quota prices and lower level of quota trade. However, raw milk prices have been and are still above the milk equivalent support price with huge changes in the recent years caused mostly by lower demand (European Commission 2009).

Milk production is driven by two main factors: number of cows and yields. Clear trends can be identified on the EU markets: number of cows is decreasing continuously while average yields are getting higher. In the last 10 years cow population decreased by 13.5% in the EU-27, while yields increased by 12.9% (FAO database). However, there are huge differences among the member states starting from 32.6% (Slovakia) to only 3.4% (Cyprus) decrease. Figure 1. gives an overview of the changes in the two analysed countries.

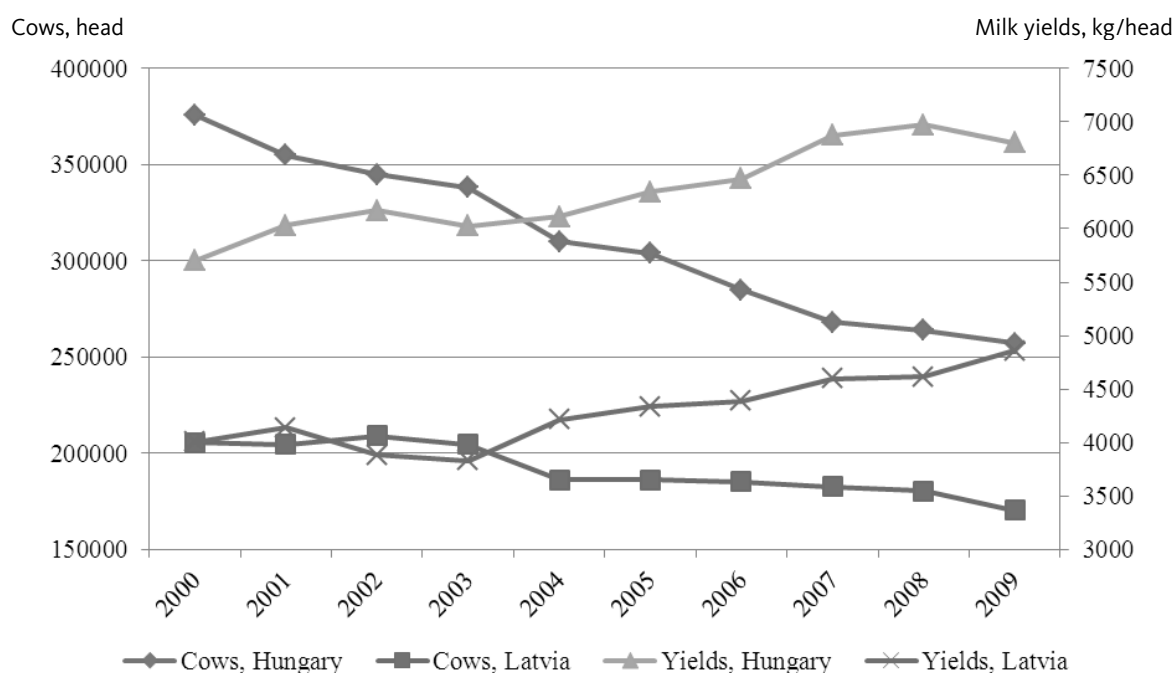


Figure 1. Changes in number of cows and milk yields in Hungary and Latvia; *Source: authors' calculation based on FAO database*

As it can be seen from the figure above, cow population decreased more in Hungary than in Latvia. The Latvian value is around the above-mentioned EU-27 average (-17.1%), while the Hungarian one is closer to the Slovakian drop (-31.6%) according to the FAO database. On the other hand, both countries were able to increase their productivity by 19.4% (Hungary) and 21.4% (Latvia).

### Results of Structure-Conduct Performance paradigm

Structure analysis reveals that dairy sector is fragmented at primary and secondary level in Latvia (see table 1). Despite the considerable structural changes taking place in the sector over the past decade (Krieviņa, 2009), the average milk deliveries per farm in Latvia do not reach 50 t. It also needs to be mentioned that only about half of the dairy farms in Latvia are market participants and have milk quota, resulting that still a large proportion of milk produced does not enter the market (share of milk deliveries reach 75%) what could form milk base for processing. The large farm consumption at the existing milk production quantity also determines that milk quota is not fulfilled in Latvia (fulfilment rate 87%). Cooperation can bring the advantages of the largest farms to smaller operating members and there has been rapid development of cooperation in milk collection and marketing in Latvia since 2004, but still cooperatives collect only about 1/3 of the total milk deliveries in Latvia.

Table 1. Structural, conduct and performance indicators of dairy sectors in Hungary and Latvia

	Hungary	Latvia
<b>Structure</b>		
Number of dairy farms, thsd.	19.8	30.0
Milk production per farm, t	93.4	27.7
Milk deliveries per quota farm, t	348.4	45.7
Share of farms with milk quota, %	32	53
Share of milk deliveries, %	80	75
Milk quota fulfilment rate, %	77	87
Share of milk collected by cooperatives, %	13	33
Number of processing enterprises	50	44
Milk processed per enterprise, thsd.t	29.7	11.2
Concentration in dairy processing, C <sub>10</sub>	81.5	89.7
Share of milk processed by cooperatives, %	5	6
<b>Conduct and Performance</b>		
Milk purchase price, EUR 100 kg	26.0	25.1
Milk yield, t	6.8	5.0
Share of raw milk exports, %	14.6	25.9
Unit value of dairy products, EUR kg	0.80	0.66
Milk processed per employee, t	182	156
Share of dairy product exports, %	22.9	24.9
Value added per AWU in dairy farming, EUR thsd.	10.9	3.1
Value added per employee in dairy processing, EUR thsd.	21.2	16.2

Source: author's calculation based on CSB of Latvia, Eurostat, FADN, DG Agri databases, Forgács (2009), Krieviņa (2009), Mizik et al. (2007)

Transition and EU accession have caused dramatic changes in Hungary, too. As it was mentioned above, despite the huge decline in cow population, yields became significantly higher in the last couple of years resulting less decrease in milk production. Nevertheless, the low level of milk quota fulfilment rate (77%) reflects to some sectoral problems. Both milk production and delivery per farm are on a higher level in Hungary than in Latvia. The Hungarian production level is more concentrated with lower number of farms and higher level of production. What is a real problem is the weak market connection of the farms, only about one third of dairy farms have milk quota.

Regarding processing, comparatively high concentration can be seen in Latvia as the concentration index (measured by the turnover of the ten largest dairies in the total turnover of all dairies) reaches 90%. However, the average size of the dairies in Latvia is small if it is compared to Hungary and to the leading milk processing plants in other EU countries. Dairies in Latvia produce wide range of products and therefore fragmentation exists at individual product level, too. Vertical integration only started to develop as cooperative dairies process about 6% of the total milk processed in Latvia. Though, in the near future, the share of milk processed by cooperatives could increase to 25% (new plant).

Milk processing in Hungary is also more concentrated than milk production and has a strong regional profile (Forgács, 2009). The market share of the ten largest dairy processors is 81.5%. Similarly to Latvia, these plants produce a wide range of dairy products starting from milk, sour cream to yogurts and cottage cheese bars. Vertical cooperation in general is not so popular due to the forced cooperation during the socialism.

Nevertheless, it has to be taken account that some remarkable actions took place in last few years, e.g., when milk producers bought up the collapsed processing unit of Parmalat.

Considering the fragmented dairy farming, Latvian milk producers receive one of the lowest milk prices in the EU, which arise from the low bargaining power and higher costs (transportation and milk quality costs). At the same time, also dairy processors are attracting comparatively low dairy product value from the market what results in low milk kg utilization efficiency, what along such processing inefficiencies as low labour productivity do not allow ensuring higher milk purchase price in Latvia. There have been high raw milk exports from Latvia to the neighbouring Lithuanian dairy industry, implemented mainly by the largest cooperatives due to better price conditions offered.

The low milk purchase price, inefficient use of intermediate consumption, as well as large labour input determines very low value added per employee in Latvian dairy farming. The present competitiveness of the dairy farms on the market has been based on lower prices of some of the main production resources (Krieviņa, 2010), as well as supported by subsidies. However, considering the large differences in labour compensation levels between Latvia and the EU average level such competitiveness can not be sustainable. The inefficiencies in processing sector determine also low value added per employee in dairy processing, though so far it has been successful in ensuring net exporter position.

Milk purchase prices are on a low level in Hungary, too. Therefore, export depends on the actual EUR/HUF exchange rate. The weaker the Hungarian currency is, the higher the export is. The major market of Hungarian raw milk is Italy, while Hungarian farms face with high competition of Slovakian and mostly Polish milk producers. On the other hand, dairy products can be sold on higher average price, which shows comparative advantage in processing to raw milk production. Higher level of efficiency measured by milk processed per employee and value added per AWU or employee in Hungary reflects to the high concentration and investments made by foreign companies in the dairy sector.

### Results of SWOT analysis

The analysed counties face with several opportunities and challenges. The main aim was to identify three major factors in each quarter and compare them to each other. The next two tables summarise the main elements of the country specific SWOT analyses.

Table 2. SWOT analysis of the Hungarian dairy sector

Strengths	Weaknesses
Selected cow population	Lack of cooperation
Increasing yields	Weak bargaining power
Sufficient grazing basis	Lower subsidies than in EU-15
Opportunities	Threats
Increasing dairy markets	Import pressure – strong competition
Concentration and integration	Foreign food chains
Cooperation	Black economy in dairy sector

Table 3. SWOT analysis of the Latvian dairy sector

Strengths	Weaknesses
Long-term traditions	Small-scale production
Still lower prices of some resources	Low milk value and weak bargaining power
Sufficient grazing basis	Large labour input
Opportunities	Threats
Increasing dairy markets	Import pressure
Concentration and integration	Increasing costs and lower subsidies
High value-added products	High price volatility

### Conclusions

EU accession brought both opportunities and threats to the dairy sector in the new member states, as well as the changing CAP also requires higher adaptability from dairy farmers. The elimination of milk quotas could



have significant effect on the Hungarian and Latvian export. The higher allowed production of the traditional export partners lowers their import need causing lower raw milk prices in the former exporting countries, as well as it puts further pressure caused by highly competitive import partners. The Structure-Conduct Performance paradigm helped to draw a detailed picture of the dairy sector in Hungary and Latvia and on this basis a SWOT analysis was carried out. Low-scale production in line with insufficient level of cooperation has undesired implication on raw milk production. It needs to be mentioned that primary sector is more concentrated in Hungary than in Latvia. Processing units are also bigger in Hungary, but more concentrated in Latvia. Conduct and performance indicators denote higher efficiency in Hungary measured by milk processed per employee and value added per AWU or employee. It is one of the results of previous investments into the dairy sector. In addition, Hungary seems to use its comparative advantages more as it exports more processed products than raw milk. Taking advantage of increasing dairy markets is the main opportunity of dairy sectors in both countries, which in its turn arise from the larger potential competitiveness, achieved through concentration and integration, as well as high value-added product orientation. On the other hand, import pressure seems to be the major challenge in both countries.

### References

- European Commission (2009): Dairy market situation 2009. Brussels, COM(2009) 385
- Forgács Cs. (2009): An Assessment of the Competitiveness of the Dairy Food Chain in Hungary. Deliverable Report for Agripolicy. Available at:  
<http://www.euroqualityfiles.net/AgriPolicy/Report%202.1/Hungary%20Agripolicy%20D2-1.pdf>
- Krieviņa A. (2010) Evaluation of Resource Price Preferences and Resource Utilization Efficiency in Dairy Sector. in: Research for Rural Development. Proceedings of the 16th International Scientific Conference, Jelgava: LLU. 84-91.
- Krieviņa A. (2009): An Assessment of the Competitiveness of the Dairy Food Chain in Latvia. Deliverable Report for Agripolicy. Available at:  
<http://www.euroqualityfiles.net/AgriPolicy/Report%202.1/Latvia%20Agripolicy%20D2-1.pdf>
- Mizik T. – Tunyoginé N. V. – Varga, T. (editors) (2007): Price calculations in agriculture: theoretical foundations and current practice in Hungary /A mezőgazdasági árképzés elméleti alapjai és hazai gyakorlata/ AKI Agricultural Studies, No. 2., Budapest, p. 175.

sa2012\_0211

# Zemlja podrijetla vina kao determinirajući čimbenik pri odlučivanju o kupnji

Jelena KRISTIĆ, Tihana SUDARIĆ, Ružica LONČARIĆ

Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Trg Sv. Trojstva 3, 31000 Osijek, Hrvatska  
(e-mail: jkristic@pfos.hr)

## Sažetak

U cilju utvrđivanja važnosti zemlje podrijetla vina pri odlučivanju o kupnji, na području Osječko-baranjske županije provedeno je istraživanje na uzorku od 476 ispitanika, pripadnika studentske populacije, ali i potencijalne ciljne skupine potrošača vina. Rezultati su pokazali kako čak 70,52% ispitanika prigodom kupnje uzima u obzir podrijetlo vina. Manji dio ispitanika, njih 12,53%, drži da kupujući uvozna vina dobivaju veću vrijednost za novac, a samo 4,91% ispitanika ocjenjuje uvozna vina kvalitetnijim od domaćih. Nesporno je, dakle, da proizvođači vina moraju marketinški maksimalno iskoristiti podrijetlo vina čime bi dobili prigodu za povećanje vlastite konkurentnosti, a time i pozitivno utjecali na sadašnji nepovoljni odnos uvoza i izvoza vina u Republici Hrvatskoj.

Ključne riječi: konkurentnost, uvoz/izvoz vina, vino, zemlja podrijetla

## Country of origin as a determinant of wine purchasing decision

### Abstract

To establish the importance of the country of origin in wine purchasing decisions, a personal survey was conducted in the Osijek-Baranja County on a sample of 476 respondents, members of the student population and potential target group of wine consumers. The results of the survey have shown that as many as 70.52% of respondents take into consideration whether the wine they are buying is from Croatia or imported. A smaller proportion of respondents, i.e. 12.53%, believe that imported wine gives them better value for money, whereas only 4.91% of respondents think that imported wines are of higher quality than domestic wines. It is therefore indisputable that wine producers need to take maximum advantage of the origin of wine in terms of marketing, which would enable them to increase competitiveness in both domestic and international markets, thus making a positive impact on the currently unfavourable export-import ratio of wine in the Republic of Croatia.

Key words: competitiveness, country of origin, wine, wine imports/exports

### Uvod

Za hrvatska vina zasigurno možemo reći da su kvalitetna, ali ta kvaliteta nije dovoljno prepoznata na domaćem, a posebno na međunarodnom tržištu, što je posebno vidljivo u vanjskotrgovinskoj bilanci vina, odnosno u strukturi uvoza i izvoza vina. Generalno gledano, naši proizvođači vina su još uvijek više orijentirani na tehnologiju proizvodnje, dok se na marketing gleda kao na sporadičnu aktivnost. U pokušaju prodora na inozemna tržišta, ali i intenziviranju domaće potrošnje, svakako se prvenstveno mora raditi na stvaranju prepoznatljivog imidža hrvatskog vina kao vina odlične kvalitete i prihvatljive cijene, ali i na važnost udruživanja i zajedničkog nastupa vinara (Čačić i sur., 2010).

Razna istraživanja u Europi i svijetu potvrđuju činjenicu da je zemlja podrijetla vrlo bitna prilikom kupnje vina, bez obzira na spol i razinu prihoda kupaca (Balestrini i Gamble, 2006; Jarvis i Rungie, 2002). Prigodom donošenja odluke o kupnji, uz cijenu, zemlja podrijetla, a ponekad čak i pojedino vinogorje (Atkin i sur., 2008), najvažniji je izvor diferencijacije jer se kvaliteta vina i ostalih povezanih kvalitetnih atributa (boja, miris, aroma) može procijeniti i ocijeniti tek nakon konzumacije (Charters, 2003).

Cilj rada je istraživanje mišljenja mlađe populacije, kao jednog od važnijih potrošačkih segmenata, i njihovih preferencija prigodom kupnje vina. Istražuje se važnost zemlje podrijetla vina, te razlike u percepciji domaćih u odnosu na uvozna vina.

### Materijal i metode

U istraživanju je korištena metoda prikupljanja primarnih podataka putem upitnika kao instrumenta istraživanja, provedena u lipnju 2011. godine. Kako bi se stvorila potpunija slika tržišta vina i utvrdile preferencije mlađe populacije, ciljna skupina ispitanika su bili studenti preddiplomskih i diplomskih studija Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, a uzorak je obuhvaćao 476 ispitanika s područja Osječko-baranjske županije, od kojih ih se njih 407 izjasnilo kao konzumenti vina. Upitnik se sastojao od 42 pitanja otvorenog i zatvorenog tipa podijeljenih u nekoliko skupina koja su se odnosila na potrošnju vina, važnost cijene, kvalitete i zemlje podrijetla, poznatost autohtonih sorti, važnost distribucije te utjecaj promocije. Podaci prikupljeni u istraživanju su obrađeni statističkim programskim paketom SPSS. U radu su korišteni i sekundarni izvori informacija Državnog zavoda za statistiku, te Hrvatskog zavoda za vinogradarstvo, vinarstvo i voćarstvo.

### Rezultati i rasprava

Republika Hrvatska je jedna od rijetkih zemalja koja nije iskoristila sve blagodati i potencijale vinogradarskih zona koje posjeduje, što je posebno vidljivo u odnosu izvoza i uvoza vina. Kako je prikazano u tablici 1, Hrvatska je 2010. godine izvezla 27.892 hl vina, a uvezla 148.863 hl, što znači da je uvoz vina i više od peterostruko veći od izvoza. Izvoz vina još od 2003. godine nije bio veći od uvoza, međutim još lošiji podatak je taj da je 2009. i 2010. godine izvoz vina manji za 70% u odnosu na 2003. godinu.

Tablica 1. Vanjskotrgovinska bilanca vina od 2003. – 2010. godine za Republiku Hrvatsku

	Izvoz		Uvoz		Bilanca ( u mil. USD)
	hl	( u mil. USD)	hl	( u mil. USD)	
2003.	90101	11,6	98717	10,6	1,0
2004.	52800	12,3	145265	14,9	-2,6
2005.	30282	9,8	134461	15,6	-5,8
2006.	31311	11,3	146084	18,9	-7,6
2007.	29700	13,7	155461	26,8	-13,1
2008.	28564	13,8	143680	26,9	-13,1
2009.	27175	10,9	138602	17,2	-6,3
2010.	27892	n.d.	148863	n.d.	n.d.

Napomena: n.d. – podatak nije dostupan; Izvor: www.dzs.hr, www.hcphs.hr/default.aspx?id=37 (pristup 26.09.2011.)

Uvozna vina uglavnom se odnose na stolna i kvalitetna vina iz Makedonije, Srbije, Crne Gore, Slovenije, Italije, Španjolske i Francuske, a čine gotovo trećinu prometa vina na hrvatskom tržištu. Iako se uvoz vina iz godine u godinu povećava, a izvoz opada i stagnira, mlađa populacija još uvijek prigodom kupnje vina uzima u obzir podrijetlo vina što je prikazano u tablici 2. Neovisno o spolu, području s kojeg dolaze i ostvarenim приходima, 70,52% ispitanika prigodom kupnje uzima u obzir zemlju podrijetla, 17,44% ih je neodlučno, a 12,04% njih drže da nije važno je li riječ o domaćem ili uvoznom vinu. Ako uzmemo u obzir vrijednost vina u odnosu na novac (tzv. *value for money*), samo 12,53% ispitanika drži da kupnjom uvoznih vina dobivaju više, 32,68% ih je neodlučno, a 54,79% ne drže da uvozna vina daju bolju vrijednost za novac (tablica 3).

Ukoliko pogledamo strukturu uzorka, pokazat će se da i žene i muškarci prilično jednako procjenjuju odnos vrijednosti za novac i domaćih/uvoznih vina, tako da 58,76% muškaraca i 51,17% žena smatra da uvozna vina ne daju bolju vrijednost za novac u odnosu na domaća, odnosno, samo 12,89% muškaraca i 12,21% žena smatra da uvozna vina daju bolji *value for money*. Situacija s područjem s kojeg ispitanici dolaze, te razinom i

izvorom prihoda, poprilično je identična. Činjenica da nema značajnih razlika u odgovorima ispitanika s obzirom na demografske karakteristike, u određenoj mjeri pojednostavljuje marketinške aktivnosti vinara u pristupu prema mlađim potrošačima.

Tablica 2. Ispitanici prema odgovoru na pitanje „Prigodom kupnje vina, je li Vam važno da li je riječ o domaćem ili uvoznom vinu?“ (u %)

		N	da	ne	ne znam	sig (p)
Ukupno		100,00	70,52	12,04	17,44	
Spol	Muški	47,67	74,74	12,37	12,89	0,068
	Ženski	52,33	66,67	11,74	21,59	
Područje	Gradsko	55,04	70,54	10,71	18,75	0,099
	Prigradsko	16,22	68,18	21,21	10,61	
	Seosko	28,74	71,80	9,40	18,80	
Prihod kućanstva	Do 3.000 kn	6,91	80,96	9,52	9,52	0,659
	3.001 – 4.500 kn	13,82	61,90	14,29	23,81	
	4.501 – 7.000 kn	26,64	72,84	9,88	17,28	
	7.001 – 9.500 kn	24,67	73,34	13,33	13,33	
	Više od 9.500	27,96	78,82	8,24	12,94	
Izvor prihoda	Nepoljoprivredne djelatnosti	75,43	69,71	10,42	19,87	-
	Nepoljoprivreda i poljoprivreda	17,94	72,60	19,18	8,22	
	Isključivo poljoprivreda	6,63	74,07	11,11	14,82	

Napomena: Broj ispitanika u kategoriji „Prihod kućanstva“ (304) se razlikuje od broja ispitanika (407) u drugim varijablama, jer se neki ispitanici nisu željeli izjasniti o prihodima kućanstva. Podatak sig (p) se odnosi na hi-kvadrat test. Kategorija „Izvor prihoda“ nema prikazan sig (p) jer nisu ispunjene pretpostavke za njegov izračun.

Tablica 3. Ispitanici prema odgovoru na pitanje „Mislite li da uvozna vina daju bolju vrijednost za novac nego domaća?“ (u %)

		N	da	ne	ne znam	sig (p)
Ukupno		100,00	12,53	54,79	32,68	
Spol	Muški	47,67	12,89	58,76	28,35	0,199
	Ženski	52,33	12,21	51,17	36,62	
Područje	Gradsko	55,04	9,82	56,25	33,93	0,126
	Prigradsko	16,22	15,15	62,12	22,73	
	Seosko	28,74	16,24	47,86	35,90	
Prihod kućanstva	Do 3.000 kn	6,91	23,81	42,86	33,33	0,088
	3.001 – 4.500 kn	13,82	14,29	40,47	45,24	
	4.501 – 7.000 kn	26,64	12,35	55,55	32,10	
	7.001 – 9.500 kn	24,67	10,67	68,00	21,33	
	Više od 9.500	27,96	12,94	63,53	23,53	
Izvor prihoda	Nepoljoprivredne djelatnosti	75,43	11,40	55,38	33,22	0,55
	Nepoljoprivreda i poljoprivreda	17,94	16,44	49,32	34,24	
	Isključivo poljoprivreda	6,63	14,82	62,96	22,22	

Napomena: Broj ispitanika u kategoriji „Prihod kućanstva“ (304) se razlikuje od broja ispitanika (407) u drugim varijablama, jer se neki ispitanici nisu izjasniti o prihodima kućanstva. Podatak sig (p) se odnosi na hi-kvadrat test.

U tablici 4 je moguće uočiti još jedan podatak koji ide u korist domaćih vina, a to je njihova kvaliteta, gdje samo 4,91% ispitanika drži da su uvozna vina kvalitetnija od domaćih, 32,19% ih je neodlučno, a 62,90% ih drži da uvozna vina nisu kvalitetnija od domaćih.

Na temelju rezultata istraživanja, može se zaključiti da domaći vinari uz ostale elemente marketing-mixa, kao potencijalnu konkurentsku prednost u borbi s agresivnom i jefitnijom uvoznom konkurencijom, mogu

## Country of origin as a determinant of wine purchasing decision

iskoristiti činjenicu da ispitanici pri kupnji vina uzimaju u obzir je li riječ o domaćem ili uvoznom vinu te da percipiraju hrvatska vina kao vina bolje kvalitete u odnosu na uvozna.

**Tablica 4.**  
Ispitanici prema odgovoru na pitanje „Mislite li da su uvozna vina bolje kvalitete nego domaća?“ (u %)

		N	da	ne	ne znam	sig (p)
Ukupno		100,00	4,91	62,90	32,19	
Spol	Muški	47,67	6,70	67,01	26,29	0,025
	Ženski	52,33	3,29	59,15	37,56	
Područje	Gradsko	55,04	5,36	62,05	32,59	0,882
	Prigradsko	16,22	6,06	65,15	28,79	
	Seosko	28,74	3,42	63,25	33,33	
Prihod kućanstva	Do 3.000 kn	6,91	4,76	76,19	19,05	0,587
	3.001 – 4.500 kn	13,82	7,14	45,24	47,62	
	4.501 – 7.000 kn	26,64	3,70	64,20	32,10	
	7.001 – 9.500 kn	24,67	2,67	74,66	22,67	
	Više od 9.500	27,96	7,06	65,88	27,06	
Izvor prihoda	Nepoljoprivredne djelatnosti	75,43	4,89	61,89	33,22	-
	Nepoljoprivreda i poljoprivreda	17,94	5,48	61,64	32,88	
	Isključivo poljoprivreda	6,63	3,70	77,78	18,52	

Napomena: Broj ispitanika u kategoriji „Prihod kućanstva“ (304) se razlikuje od broja ispitanika (407) u drugim varijablama, jer se neki ispitanici nisu izjasnili o prihodima kućanstva. Podatak sig (p) se odnosi na hi-kvadrat test. Kategorija „Izvor prihoda“ nema prikazan sig (p) jer nisu ispunjene pretpostavke za njegov izračun.

### Zaključci

Rezultati istraživanja pokazuju da je zemlja podrijetla važan čimbenik pri odlučivanju o kupnji, a služi i kao indikator kvalitete te predstavlja dodanu vrijednost proizvodu. S domaćim vinom proizvedenim od autohtonih sorti prvenstveno mora biti upoznata domaća populacija koja autohtonost, tradiciju i “priču” o vinu sve više valorizira i akceptira. Malim vinarima, koji nemaju mogućnost stvaranja vlastite marke ili velikog ulaganja u promociju, a opterećenim s nelikvidnošću, velikim zalihama i upitnim plasmanom, manevriranje s cijenom i posebno naglašavanje zemlje podrijetla ostaje jedini izbor u borbi s oštrom konkurencijom. Makroekonomski gledano, država je ta koja putem svojih institucija mora kontinuirano raditi na educiranju potrošača o vinu te na stvaranju imidža Hrvatske kao zemlje kvalitetnog i raznovrsnog vina, kako na domaćem, tako i na međunarodnom tržištu. Jedino tada će se vanjskotrgovinska bilanca popraviti, a izvoz postati strateška odrednica svih vinara u Republici Hrvatskoj.

### Literatura

- Atkin S.T., Sutanonpaiboon J., Johnson R. (2008). Importance of Region in Marketing Wine to US Consumers. Proceedings of the 39<sup>th</sup> Annual Meeting of the Decision Sciences Institute. Atlanta: Decision Sciences Institute, str. 181-186.
- Balestrini P., Gamble P. (2006). Country of Origin effects on Chinese wine consumers. British Food Journal 108(5): 396-412.
- Charters S. (2003). Perceptions of Wine Quality. Edith Cowan University. Bunbury, str. 71-102.
- Čačić J., Gajdoš Kljusurić J., Banović M., Rumora I., Čačić D. (2010). Hrvatsko vinogradarstvo i vinarstvo u svjetlu pristupanja EU. Poljoprivreda 16(2): 51-56.
- Jarvis W., Rungie C. (2002). A better understanding of the Wine Consumer, using an analysis of ‘real’ purchase data. The Australian & New Zealand Wine Industry Journal 17(4): 87-92.
- <http://www.dzs.hr> (pristup 26.09.2011.)
- <http://hcphs.hr/default.aspx?id=37> (pristup 26.09.2011.)

SA2012\_0212

# Kompostiranje kao hortikultura mogućnost povećanja ekonomske uspješnosti mješovitih farmi

Ružica LONČARIĆ, Krunoslav ZMAIĆ, Tihana SUDARIĆ

Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Trg Sv. Trojstva 3, HR-31000 Osijek, Hrvatska  
(e-mail: rloncaric@pfos.hr)

## Sažetak

U hrvatskoj poljoprivredi dominiraju mala gospodarstva mješovite strukture proizvodnje (ratarstvo i stočarstvo), dok je hortikultura proizvodnja, prvenstveno proizvodnja povrća, zapostavljena. Proizvođači imaju problema s odlaganjem stajskog gnoja s obzirom na ekološke zahtjeve od strane EU i Zajedničke poljoprivredne politike. Proizvođačima u najvećem broju slučajeva stajski gnoj predstavlja neželjeni nusproizvod stočarske proizvodnje, a proizvodnja komposta u Hrvatskoj gotovo da ne postoji. Kompostiranje stajskog gnoja moglo bi riješiti problem odlaganja stajskog gnoja, a uporaba komposta u proizvodnji povrća te njegova prodaja mogla bi doprinijeti povećanju prihoda farmi. U radu su ekonomski analizirani različiti scenariji, odnosno modeli proizvodnje, s obzirom da li se primjenjuje management stajskog gnoja ili ne. Najbolje rezultate pokazao je model u kojem se stajski gnoj konvertira u kompost, a isti se koristi u proizvodnji povrća što djelotvorno utječe na prinos i ekonomsku učinkovitost farme.

Ključne riječi: mješovita gospodarstva, povrće, profitabilnost, kompost, gnojidba

## Composting: possibility to increase economic efficiency on mixed farms

### Abstract

Small mixed farms (arable crop production and animal husbandry) with lack of horticultural production dominate in Croatia. Besides that, producers have problems with manure disposal considering ecological requirements from EU and CAP. Mostly, farm manure is not disposed in a proper way and farmers often consider it as undesirable by-product. Moreover, production of compost from livestock manure almost does not exist in Croatia. Compost production from stock manure could solve manure disposal problem while use of compost in horticulture could contribute to increase farm income. In this paper are analyzed different models or scenarios of mixed farms considering manure management. The best economic results are defined for scenario when manure is converted to compost and applied in vegetable production what affects positively on farm's yield and economic efficiency.

Key words: mixed farms, vegetable, profitability, compost, fertilization

### Uvod

Tijekom posljednjih desetljeća porast nekontroliranog zagađenja, kao i ubrzana urbanizacija i industrijalizacija rezultirale su porastom ekološkog zagađenja okoliša (Tinmaz and Demir, 2006).

Porast društvenog interesa te briga za okoliš povezana s managementom stajskog gnojiva usmjerava farmere prema alternativnim rješenjima, a kompostiranje omogućava značajno smanjenje ekološkog zagađenja (Carr et al., 1995).

U hrvatskoj poljoprivredi dominiraju male mješovite farme (ratarstvo i stočarstvo), dok je značaj hortikulture proizvodnje marginalan. Proizvodnja povrća igra malu, ali perspektivnu ulogu u hrvatskoj poljoprivrednoj proizvodnji. Udio povrća u sjetvenoj strukturi iznosi samo 1,5%, odnosno 12.965 ha (2009). Iako u sjetvenoj strukturi dominiraju žitarice (66% obradivih površina), proizvodnja povrća je daleko profitabilnija, što je razlog povećanog interesa obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava za proizvodnju povrća posljednjih godina.

Nadalje, mješovita gospodarstva suočavaju se s problemom odlaganja stajskog gnojiva koje mora biti u skladu s zahtjevima EU i Zajedničke poljoprivredne politike. Proizvođačima u najvećem broju slučajeva stajski gnoj predstavlja neželjeni nusproizvod stočarske proizvodnje, a proizvodnja komposta od stajskog gnojiva u Hrvatskoj gotovo da ne postoji.

Proizvodnja povrća u Hrvatskoj je nedovoljna za domaće potrebe bez obzira na povoljne agroekološke uvjete što rezultira enormnim uvozom. Pretpostavka je da bi kompostiranje stajskog gnoja moglo bi riješiti dva problema: a) ekološki problem odnosno problem odlaganja stajskog gnoja, b) uporaba komposta u proizvodnji povrća te njegova prodaja mogla bi doprinijeti povećanju prihoda mješovitih farmi. Posljednja tvrdnja u skladu je s istraživanjima Tilston et al. (2005) te Roe i Cornforth (2000), iako oni ističu da zbog troškova kompostiranja neki proizvođači preferiraju upotrebu svježeg stajskog gnojiva.

Cilj rada bio je izračunati ekonomske parametre i profitabilnost različitih proizvodnih sustava na mješovitim farmama (s managementom stajskog gnojiva ili bez njega) te preporučiti najprofitabilniji model za proizvođače te optimalan model za proizvodnju komposta.

### Materijal i metode

Različiti tipovi mješovitih gospodarstava razmatrani u radu su: proizvodnja junadi za tov (do 500 kg) s pripadajućom obradivom površinom za proizvodnju stočne hrane i pašnjake (1,5 ha po uvjetnom grlu) i proizvodnja povrća (rajčica, paprika i kupus).

Farme su podijeljene po veličini na male, srednje i velike, uzimajući u obzir hrvatske uvjete i strukturu (mala farma: 2 grla stoke i 0,5 ha povrća; srednja farma: 13 grla stoke i 2 ha povrća, velika farma: 33 grla stoke i 10 ha povrća). Povrće je u mješovitim farmama raspoređeno na slijedeći način: 40% rajčica, 40% paprika, 20% kupus.

U kalkulaciji su djelomično korišteni podaci Hrvatske poljoprivredne savjetodavne službe (Mikšić et al., 2010), a djelomično su plod autorova istraživanja.

Različiti sustavi proizvodnje mješovitih gospodarstava razmatrani u radu:

- bez managementa stajskog gnojiva (NMG), mineralna gnojidba povrća,
- upotreba zrelog stajskog gnoja u proizvodnji povrća (USH),
- upotreba komposta u proizvodnji povrća (UKH), ostatak komposta prodan,
- prodaja komposta na tržištu (PK), mineralna gnojidba povrća.

Količine gnojiva za različite sustave proizvodnje i njihov utjecaj na prinos izračunati su pomoću gnojidbenih preporuka koje se temelje na prethodnim istraživanjima Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku (Lončarić et al., 2009; Lončarić and Lončarić, 2006). Pretpostavka je da grlo goveda proizvede 10 t zrelog stajskog gnoja, odnosno 7 t komposta. Primjena stajskog gnoja i komposta povećava prinos povrća (Tablica 1.).

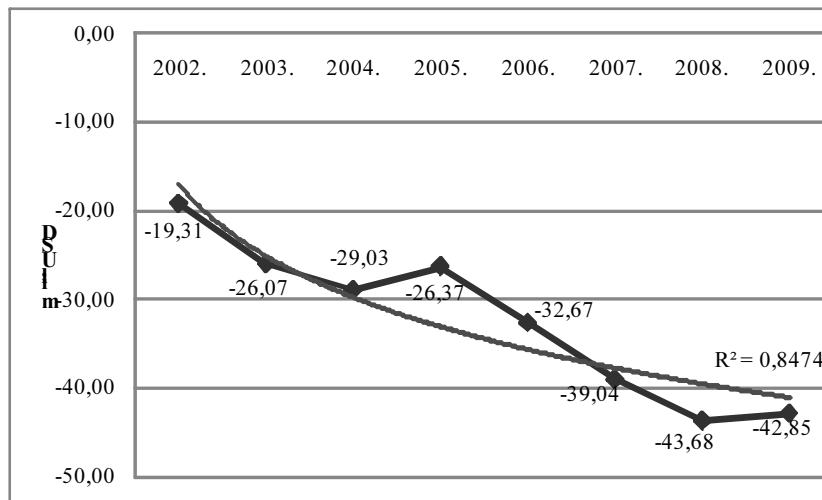
Tablica 1. Predviđeni prinosi (t/ha) primjenom različitih sustava gnojidbe

	Rajčica	Paprika	Kupus
Mineralna gnojidba	50	40	40
Stajsko gnojivo	60	50	50
Kompost	70	60	60

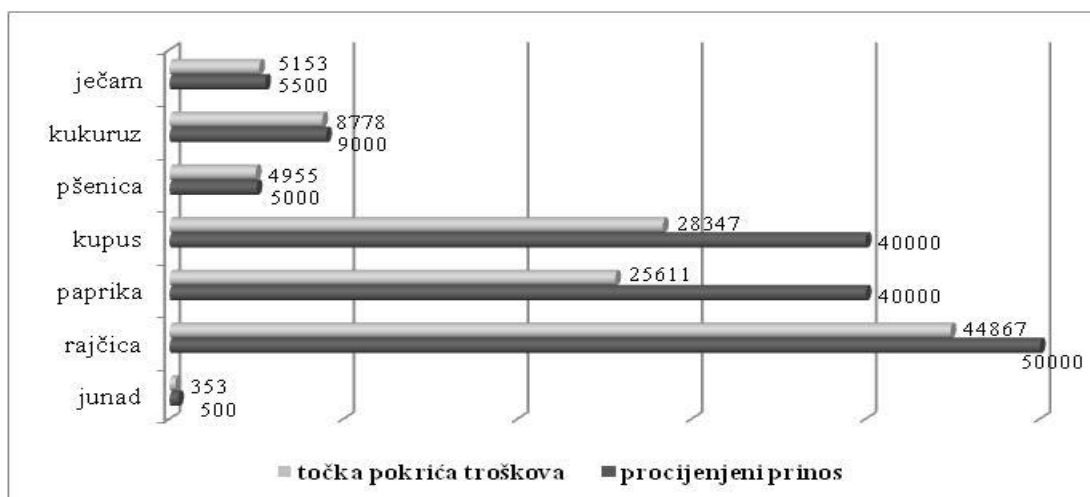
### Rezultati i rasprava

Negativni trendovi u proizvodnji povrća, kao i u ostalim vrstama poljoprivredne proizvodnje uzorkovali su pad produktivnosti te konstantan i rastući uvozno-izvozni deficit (Lončarić and Tolušić, 2004). Niski prinosi rezultat su, kako tehnoloških, tako i edukacijskih ograničenja hrvatskih poljoprivrednih proizvođača te nelikvidnosti poslovanja što direktno utječe na nedovoljna ulaganja u poljoprivrednu proizvodnju. Značajan inhibitor proizvodnje povrća je nestabilno i nepouzdan tržište.

Inače, hrvatska proizvodnja povrća (bez krumpira) varira između 200.000 i 300.000 tona godišnje (FAO, 2010), dok potrošnja povrća po glavi stanovnika iznosi 71 kg (Žimbrek et al., 2002), odnosno za Hrvatsku 305.300 tona. Iz toga slijedi da proizvedene količine nisu dovoljne, a nedostatak se nadoknađuje uvozom. 2009. godine uvozno-izvozni deficit iznosio je 43 milijuna dolara (Slika 1.). Stoga, postoji nasušna potreba da se motiviraju proizvođači kako bi se povećala hrvatska proizvodnja povrća.



Slika 1: Vanjsko-trgovinska razmjena povrća (mil. USD) 2002.-2009. godine; Izvor: www.fao.org



Slika 2: Usporedba procijenjenog prinosa i točke pokrića troškova (kg/ha, grlo); Izvor: preračunato prema Mikšić et al., 2010

Ekonomska analiza proizvodnje različitih poljoprivrednih proizvoda (Slika 2.) ukazuje na visoku profitabilnost proizvodnje povrća u odnosu na druge vrste poljoprivredne proizvodnje (žitarice, goveda).



## Composting: possibility to increase economic efficiency on mixed farms

Troškovi kompostiranja iz goveđeg gnoja iznose oko 15€ po toni, što je jeftinije od proizvodnje komposta iz drugih sirovina. Na primjer, Renkow and Rubin (1998) su utvrdili da konvezija gradskog otpada u kompost iznosi oko 40€ po toni.

Analiza različitih sustava gospodarenja potvrdila je najbolje ekonomske rezultate za model u kojem je kompost korišten kao gnojivo u proizvodnji povrća (UKH). Profit gospodarstva u tom slučaju iznosi 6.714€ na malim farmama, 32.612€ na srednjim i 108.578€ na velikim farmama (Tablica 2.). UKH je najprofitabilniji proizvodni sustav, najvećim dijelom zbog povoljnog utjecaja aplikacije komposta na prinos povrća. Proizvodnja paprike na razini farmi najviše participira u profitu (3.036€ na maloj farmi do 48.577€ na velikoj farmi), a slijedi je proizvodnja rajčice, kupusa te junadi. Prihod od prodaje viška komposta najmanje participira u profitu farme, jer je najveći dio komposta upotrebljen u gnojidbu povrća. Na srednjim farmama prodaja komposta je relativno značajnija od udjela junadi u profitu farme, a razlog je povoljniji odnos stoke u odnosu na površinu pod povrćem u odnosu na mala i velika gospodarstva.

Tablica 2. Profitabilnost različitih sustava proizvodnje na mješovitim farmama

Sustav proizvodnje	Proizvodnja	Mala farma		Srednja farma		Velika farma	
		%	Ukupan profit (€)	%	Ukupan profit (€)	%	Ukupan profit (€)
Bez managementa stajskog gnoja (NMS)	junad	26,28	2643	36,68	12310	26,88	42639
	rajčica	17,64		15,15		17,49	
	paprika	48,43		41,59		48,03	
	kupus	7,66		6,58		7,60	
Upotreba stajnjaka u hortikulturi (USH)	junad	14,94	4651	22,20	20340	15,33	74762
	rajčica	30,15		27,58		30,01	
	paprika	46,83		42,83		46,61	
	kupus	8,08		7,39		8,05	
Upotreba komposta u hortikulturi (UKH)	junad	10,35	6714	13,85	32612	10,56	108578
	rajčica	33,87		27,89		33,51	
	paprika	45,22		37,24		44,74	
	kupus	8,01		6,59		7,92	
	kompost	2,57		14,44		3,28	
Prodaja komposta i mineralna gnojidba (PK)	junad	16,60	4184	20,23	22324	16,84	68061
	rajčica	11,14		8,35		10,96	
	paprika	30,59		22,93		30,09	
	kupus	4,84		3,63		4,76	
	kompost	36,82		44,86		37,35	

Tablica 3. Smanjenje troškova mineralne gnojidbe uslijed primjene organskih gnojiva

Povrće	Prinos	Smanjenje troškova mineralne gnojidbe (%)						
		80 t/ha	70 t/ha	60 t/ha	50 t/ha	40 t/ha	30 t/ha	20 t/ha
Rajčica	Stajnjak	23,12	26,96	30,58	34,52	38,17	45,26	63,56
	Kompost	34,67	38,39	40,64	30,69	48,07	53,72	69,32
Paprika	Stajnjak	20,63	23,98	28,57	30,40	41,98	49,74	
	Kompost	33,08	39,66	39,53	40,97	50,89	58,50	
Kupus	Stajnjak	30,98	33,68	29,34	50,89	45,72	70,25	
	Kompost	45,81	40,52	37,27	55,63	57,44	73,86	

Na drugom mjestu po profitabilnost malih i velikih farmi nalazi se USH model (4.651€, odnosno 74.762€). Ponovno, to je posljedica pozitivnog učinka organske gnojidbe na prinos povrća u usporedbi sa NMS i PK sustavima gdje se primjenjuje samo mineralna gnojidba. PK slijedi UKH model na srednje velikim farmama što je rezultat većeg udjela stoke u strukturi proizvodnje farme pa proizvođačima ostaje veća količina komposta za prodaju. Očekivano, najmanje profitabilan model je NMS model gdje se u proizvodnji koristi samo mineralna gnojidba, a upravljanje stajnjakom ne postoji. Primjena stajnjaka i komposta ima značajan učinak na redukciju troškova mineralne gnojidbe u proizvodnji povrća (Tablica 3.).

Kompost ima veći učinak na smanjenje mineralne gnojidbe od stajnjaka za sve analizirane vrste povrća zbog svoje više fertilizacijske i ekološke vrijednosti. Primjena komposta u proizvodnji kupusa smanjuje troškove mineralne gnojidbe do 74%, a stajnjak do 70%, u proizvodnji rajčice 69, odnosno 64%, a u proizvodnji paprike 58, odnosno 50%.

### Zaključci

Management stajskog gnojiva ima pozitivan učinak na profitabilnost farme. Postupak konverzije svježeg stajskog gnoja u kompost nije skup postupak s obzirom na učinak organske gnojidbe na prinos i povećanje prihoda farme. Isto se odnosi i na zreli stajnjak. Bolji ekonomski rezultati mogu se očekivati ako se kompost koristi kao gnojivo, nego ako se prodaje na tržištu. Pozitivan učinak kompostiranja na profit poljoprivrednog gospodarstva može pomoći u motiviranju proizvođača da povećaju proizvodnju povrća te posljedično, smanjiti vanjsko-trgovinski deficit te povećati ekološku održivost proizvodnje.

### Literatura

- Carr, L., Grover, R., Smith, B., Richard, T. And Halbach, T. 1995. Commercial and on-farm production and marketing of animal waste compost products. Animal waste and the land-water interface. Lewis Publishers, Boca Raton, USA.
- Lončarić, Z., Lončarić, R. 2006. Computer System for Fertilizer Recommendation and Economic analyses of Field Vegetable Ecological Production in Croatia. *Acta Horticulturae*. 700: 217-220.
- Lončarić, Z., Vukobratović, M., Popović, B., Karalić, K., Vukobratović, Ž. 2009. Computer model for evaluation of plant nutritional and environment values of organic fertilizers. *Cereal research communications*. 37 (Supplement 1): 617-620.
- Mikšić, M., Črep, R. and Jelaković K. 2010. Catalogue of calculations in agricultural production. Croatian agricultural extended service. Zagreb.
- Renkow M. and Rubin AR. 1998. Does municipal solid waste composting make economic sense. *Journal of Environmental Management*. 53(4): 339-347.
- Roe NE. and Cornforth GC. 2007. Effects of dairy lot scrapings and composted dairy manure on growth, yield, and profit potential of double cropped vegetables. *Compost Science & Utilization*. 8 (4): 320-327.
- Tilston EL., Pitt D., Fuller MP. and Groenhof AC. 2006. Compost increases yield and decreases take-all severity in winter wheat. *Field Crops Research*. 94 (2-3): 176-188.
- Tinmaz E. and Demir I. 2006. Research on solid waste management system: To improve existing situation in Corlu Town of Turkey. *Waste Management*. 26 (3): 307-314.
- www.fao.org
- Žimbrek, T. (ed.). 2002. National programme for agriculture and rural areas. Faculty of Agriculture in Zagreb, University of Zagreb. Zagreb .

sa2012\_0213

# Greening business through Enterprise Europe Network (EEN) - Case of food production sector

Filippo MAZZARIOL<sup>1</sup>, Brunella SANTI<sup>1</sup>, Ivan ŠTEFANIĆ<sup>2</sup>, Ana NIKŠIĆ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Unioncamere del Veneto – Eurosportello del Veneto, Via delle Industrie 19/d, I-30175 Venezia - Marghera, Italy

<sup>2</sup> TERA TEHNOPOLIS d.o.o., Trg Ljudevita Gaja 6, 31000 Osijek, Croatia,  
(e-mail: aniksic@tera.hr)

## Abstract

The GREEN project starts from the need to improve the environmental performances of SMEs in Europe. Project supports Enterprise Europe Network in providing environmental services to SMEs. Results of the survey among SMEs in the food industry gave the state of the art in the sector. Except in the case of mandatory certificates, the willingness of entrepreneurs to introduce other standards and become a GREEN business, depends largely upon the financial position of a company on the market and its orientation towards export markets where these certificates help them create market rating. According to international standards only 27% of the enterprises consulted already manage EN ISO 14001.

Key words: environmental services, environmental measures, international standards, SMEs, Enterprise Europe Network

## Unapređivanje zaštite okoliša u poslovanju kroz Europsku poduzetničku mrežu – primjer sektora prehrambene tehnologije

### Sažetak

Projekt GREEN je nastao iz potrebe da poboljša parametre utjecaja na okoliš kod malih i srednjih poduzetnika u Europi, dok je provedeno istraživanje pokazalo zainteresiranost malog i srednjeg poduzetništva na tu temu. Projekt podupire Europska poduzetnička mreža kroz pružanje usluga zaštite okoliša za mala i srednja poduzeća iz prehrambene industrije. Osim u slučaju obveznog certificiranja, spremnost poduzetnika za uvođenje drugih standarda za postizanje ekološke učinkovitosti, u velikoj mjeri ovisi o financijskom položaju tvrtke i orijentaciji prema izvoznim tržištima gdje ti certifikati pomažu za postizanje tržišnog rejtinga. U okviru međunarodnih standarda, samo je 27% ispitanih tvrtki uvelo standard EN ISO 14001.

Ključne riječi: usluge zaštite okoliša, mjere zaštite okoliša, međunarodni standardi, mala i srednja poduzeća, Europska poduzetnička mreža

### Introduction

The food industry is one of Europe's most important and dynamic industrial sectors. It is a sector where environmental services can improve immediately the performances of SME's and it is also a sector where innovation is necessary.

The GREEN project starts from the need to improve the environmental performances of SMEs in Europe. The project supports the Enterprise Europe Network in providing environmental services to SMEs from food industry. There are several environmental services for SMEs in the Project: education about EU and national environmental legislation, consultation on environmental issues, networking at local and EU level.

The GREEN project tends towards the environmental aspect of the food and building materials sector where more than 310000 companies and over 4 million employees are involved at European level.

Initial analysis in Croatia indicated there are 1.742 SMEs enterprises which operate in the food industry and generated in 2010 an annual GDP of ca. 1.8 billion HRK (Existing Environmental Measures in support of SMEs from Food Industry - Country fact sheet Croatia, Venice, Italy, 2009.)

The survey was carried out in all ten GREEN partner countries, Bulgaria, Croatia, Greece, Italy, Macedonia, Montenegro, Romania, Serbia, Slovenia and Turkey. The information provided by the fact sheets show that the environmental measures in support of SMEs are unequal distributed. It depends to some extent on the countries: That is why European funds like the European Regional Development Fund (ERDF) and the European Agricultural Fund for Rural Development (EAFRD) and institutions like the European Bank for Reconstruction and Development (EBRD) have different priorities in the different regions covered by GREEN project .

### Materials and methods

The survey on environmental services got 183 answers in total where 114 answers were from companies belonging to food industry and 69 answers from the manufacturing of building materials sector. The survey was conducted in 10 countries (5 EU countries, 3 of which are new Member states, and the other five are non-EU countries, 2 of them are Accessing countries). Method consists of a mailing campaign to companies belonging to the food and building sectors as registered in the respective databases of each partner institution (chambers of commerce and industry or market-oriented research centres), usually followed by phone calls inviting to fill in the survey. Following issues are investigated: distributive companies by country, by size, by source of information, by interests about improving environmental performance, by managing environmental issues according to standards and by interests about getting more information or adoption of standards (Greening business through the EEN – GREEN, project documentation, Venice, Italy, 2009.)

### Results and discussion

The results of the surveys show that the 81% of the companies in the food industry sector are owned or managed by a male while just 17% are female. 2% of respondents did not indicate their gender; not being a significant discrimination parameter for the analysis.

According to their size, for the food industry sector, 28% of companies can be classified as micro enterprises, 39% as small enterprises, 24% as medium enterprises and 8% only as big enterprises. As we can see, all size of companies are equally represented in the survey.

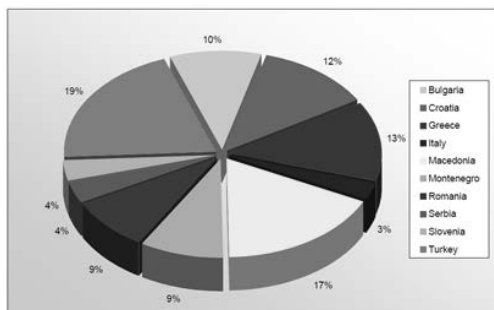


Figure 1. Respondents – by country

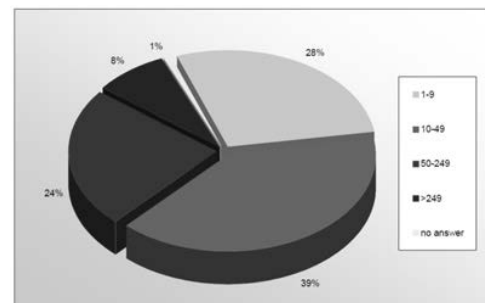


Figure 2. Respondents – by number of employees

Regarding the sources of information about new technologies in the food industry sector 53% of the enterprises prefer the Internet, 51% the Chambers of Commerce, 33% the newspapers, 27% the specialised

## Greening business through Enterprise Europe Network (EEN) - Case of food production sector

magazines and 26% the TV. 89% of the companies would be interested in receiving more information on newly developed environmental technologies and 70% would be interested in getting directly in contact with providers of the newest environmental technologies in their countries and in Europe.

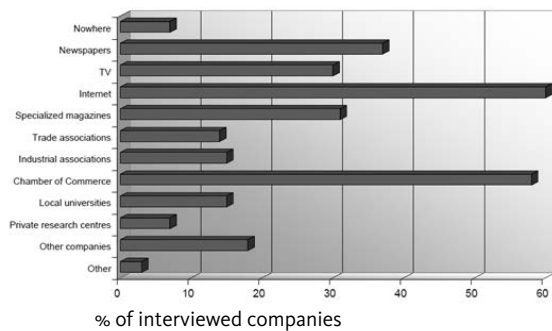


Figure 3. Sources of information about new technologies

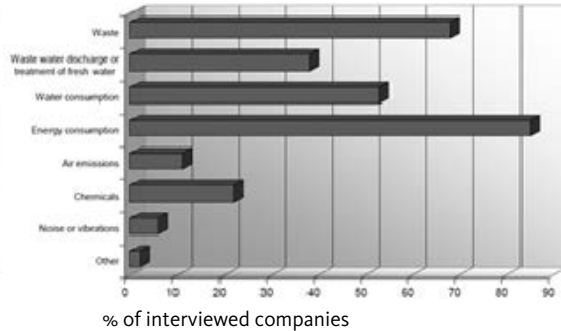


Figure 4. Aspects of the environmental performance that enterprises are interested in improving

According to the figures, 49% of companies are encountering difficulties in managing their environmental performance, while 46% are not experiencing specific problems. These results might suggest that almost half of the companies need help in dealing with their environmental issues. The aspects of the environmental performance that enterprises are more interested in improving are energy consumption (75%), waste (60%), water consumption (47%) and waste water discharge / treatment (33%). Enterprises were less interested in chemicals (19%), Air emissions (10%) and Noise or vibrations (5%).

According international standards only 27% of the enterprises consulted already manage EN ISO 14001, 4% manage EN ISO 14064 and also 4% manage EMAS Regulation. The standard CEI/EN 16001 is managed only by 2% of enterprises, because of its recent implementation.

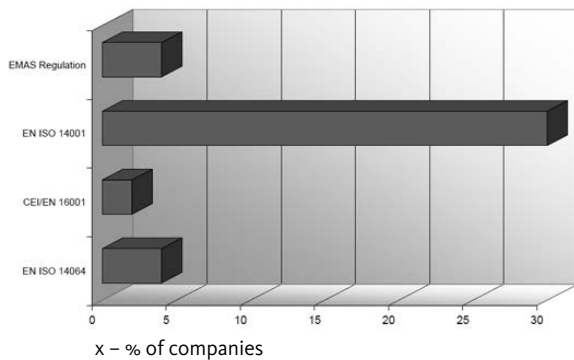


Figure 5. Enterprises managing environmental issues according to standards as a % of total companies respondents

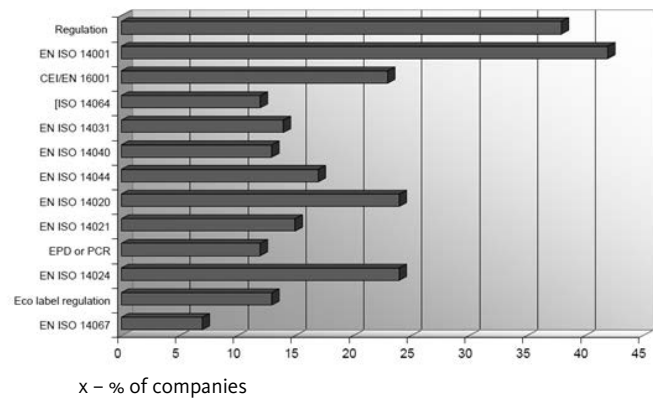


Figure 6. Enterprises interested in more information or adoption of these standards

Taking into consideration the size of the enterprises managing EN ISO 14001, the micro enterprises represent only 10%, the small enterprises represent 27% and the medium enterprises 33% of each category. In contrast, 67% of the big enterprises consulted already manage this standard. This might suggest that EN ISO 14001 is still a need for the SMEs.

Only 38% of the companies have carried out environmental impact study (E.I.A. Directive). The enterprises, regarding international standards, are very interested in more information about EN ISO 14001 (37%), Regulation (environmental management + communication) 33%. They are also interested in EU Eco label or

national environmental labels: EN ISO 14024 (21%), EN ISO 14020 Environmental labels and declarations (21%), CEI/EN 16001 (20%), EN ISO 14044 -Environmental management - Life cycle assessment (15%).

Regarding the size of the companies, 56% of the medium, 29% of the small and 28% of the micro enterprises consulted are interested in EN ISO 14001.

In Regulation (environmental management + communication) are interested 51% of the contacted small enterprises, 26% of the medium enterprises and 19% of the micro enterprises. According to the figures, 63% of the companies think that an evaluation of the environmental performance would be useful for them. These enterprises divided according to the number of employees show that 88% of the medium, 73% of the small and 50% of the micro enterprises consulted agreed with the advantages of this evaluation.

About the consumption of raw materials (materials' balance - reducing consumption of raw materials), 76 % of the enterprises consulted think to optimise it. The results are equally distributed in all sizes of enterprises. The following table summarises the level of interest of the companies consulted in receiving more information/ consultancies in the specific environmental services:

**Table 1. Area of interest for additional information expressed by surveyed companies**

Environmental services	Level of interest
Optimising consumption of raw materials - materials' balance – reducing consumption of raw materials Reducing natural resources such as water, gas, electricity etc. Alternative sources of energy - biogas, photovoltaic, wind, etc. Energy-efficiency / savings through energy management	HIGH
Evaluation of the companies' environmental performance Optimising logistic and transport - reducing fuel consumption, more efficient loading, etc. Improving the management of hazardous materials Recycling and reuse Environmental marketing and its opportunities Eco-efficiency / savings through environmental management	MEDIUM
Regulation - environmental management + communication EN ISO 14001 - environmental management Studies on noise CEI/EN 16001 - energy management ISO 14064 - CO2 emissions management EN ISO 14031 - Environmental performance evaluation EN ISO 14040 - Lifecycle assessment EN ISO 14020 - Environmental labels and declarations - General principles - ISO 14020:2000 EN ISO 14021 - Self-declared Environmental claims EPD or PCR - product category rules according to ISO 14025 Environmental labels and declarations EU Eco label or national environmental labels: EN ISO 14024: Environmental labels and declarations - Principles and procedures Eco label regulation: Regulation (EC) No 66/2010 of the European Parliament and of the Council of 25 November 2009 on the EU Ecolabel EN ISO 14067 - Product carbon foot print or PAS 2050:2008 - Specification for the assessment of the life cycle green	LOW

## Conclusion

The results demonstrate that although enterprises need support in the environmental issues, they are more interested in specific solutions than in international standards. A solution for this lack of interest might be the proposal of simplified management systems or structures focalised in an internal application rather than in a certification. The use of limited elements in a first phase would help SMEs to obtain the desired results and to internalise the mechanisms of these standards. In a second phase the application could be extended in order to acquire the certification. As shown in the results of the surveys for the food industry sector almost half of the companies need help in dealing with their environmental issues. The aspects of the environmental performance that enterprises are more interested in improving are energy consumption (75%), waste (60%), water consumption (47%) and waste water discharge / treatment (33%). Enterprises were less interested in chemicals (19%), air emissions (10%) and noise or vibrations (5%). According to international standards only 27% of the enterprises consulted already manage EN ISO 14001. However these companies represented in most of the cases big companies suggesting that international standards are still a need for the SMEs. The level of interest in receiving more information/ consultancies in the specific environmental services of the

companies consulted evidence that they are highly interested in optimising or reducing consumption of raw materials and natural resources. They were also very interested in alternative sources of energy and energy-efficiency through energy management. Enterprises were medium interested in evaluating their environmental performances, optimising logistic and transport, improving the management of hazardous materials, recycling and reuse, environmental marketing, eco efficiency through environmental management, regulation and the international standard EN ISO 14001. Low interest was expressed regarding studies on noise and all the other international standards.

### **Literature**

Controlling Systems for food protection (FSMS), <http://www.kvaliteta.net/hrana/hnorme.aspx>, (on line 2010-12-03)

Croatian Organisation for Quality: HR Survey 2009 Croatian list of certificates, Osijek, 2010

Fund for Environmental Protection and energy efficiency: Report, Zagreb, 2010

Greening business through the Enterprise Europe Network – GREEN, project documentation, Venice, Italy, 2009.

Existing Environmental Measures in support of SMEs from Food Industry - Country fact sheet Croatia, Osijek, Croatia 2011., Analysis and knowledge sharing strategy, project documentation, Venice, Italy, 2011.

Ministry of Agriculture, Fisheries and Rural Development, URL:

<http://www.mps.hr/default.aspx?id=6077>, (on line 2011-3-14)

<http://www.mps.hr/default.aspx?id=5853>, (on line 2011-3-14)

<http://www.mps.hr/default.aspx?id=7882>, (on line 2011-3-14)

<http://www.mps.hr/default.aspx?id=6782>, (on line 2011-3-14)

<http://www.mps.hr/default.aspx?id=5851>, (on line 2011-3-14)

<http://www.mps.hr/default.aspx?id=6078>, (on line 2011-3-14)

The ISO Survey – 2008, <http://www.iso.org/iso/survey2008.pdf>, (on line 2011-3-14)

**sa2012\_0214**

# Analiza zadružnog zakonodavstva Republike Hrvatske

Aleksandar NEDANOV<sup>1</sup>, Ramona FRANIĆ<sup>1</sup>, Josip GUGIĆ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska  
(e-mail: anedanov@agr.hr)

<sup>2</sup> Veleučilište "Marko Maruli" u Kninu, Petra Krešimira IV 30, 22300 Knin, Hrvatska

## Sažetak

Rad daje kratki prikaz i analizu zadružnog zakonodavstva RH, od njenog osamostaljenja do danas, s osvrtom na tri ključna zakona za koje se smatra da su bitno utjecali na trenutno stanje hrvatskog zadrugarstva prikazujući pozitivne kao i negativne strane ovoga problema. Analizirajući zakone o zadrugama, utvrđeni su pozitivni trendovi u prilagodbi europskoj zadružnoj legislativi (očuvan identitet i sloboda zadruga), ali i daljnje neprihvatanje i nerazumijevanje važnih zadružnih pojmova (zadružna revizija, edukacija). Analiza ukazuje na daljnju potrebu istraživanja i aktivnog sudjelovanja u edukaciji i kreiranju novih zakona, slijedeći pritom iskustva europskih zemalja.

Ključne riječi: zadružno zakonodavstvo, zadružna revizija, SWOT analiza, Hrvatska (RH)

## Analysis of Croatian cooperative legislation

### Abstract

This study gives short overview and analyzes of Croatian cooperative legislation, between 1991. – 2011. It focused on 3 important laws which seems had significantly influence on current situation in Croatian cooperative movement, showing positive and negative sides of issue. Analysing the cooperative laws, we identified positive trends with European cooperative legislation (cooperative freedom and identity) but on the other side rejection and misunderstood of important cooperative terms are still present (cooperative auditing, education). Following the experience of European countries, analysis indicate needs for further investigation and active participation in education and creation of new cooperative laws, in accordance with European experiences.

Key words: cooperative legislation, cooperative audit, SWOT analysis, Croatia (RH)

### Uvod

U analizu spomenutih zakona krenulo se kako bi se dobila stvarna slika hrvatskog zadrugarstva, te uvidjela pozicija i pravci budućega razvoja zadruga u hrvatskom gospodarstvu u odnosu na europska iskustva. Hrvatska je jedna od zemalja u kojima je već u prvim koracima procesa tranzicije bila prisutna vrlo jaka sklonost privatizaciji i tržišnoj privredi (Mataga, 2009: 214), te su naše zadruge započele s procesom temeljitih promjena i prije nego što je bilo riješeno njihovo pravno pitanje. Impozantan interes za zadružno organiziranje kroz porast broja zadruga, danas nije dostatan i samodovoljan za kvalitativni iskorak cjelokupnog zadružnog sustava RH. Njegovo kvalitativno pravno uređenje prije ulaska u EU, je imperativ, kako bi se vrlo značajan dio hrvatske usitnjene gospodarske strukture u globaliziranome tržištu mogao čim bolje konkurencijski pozicionirati. Zadružno organiziranje, može ponuditi takovo rješenje i pravno,



normativno je na tome tragu. Stoga, daljnji razvoj zadruga prvenstveno će ovisiti o novom zakonu koji će inzistirati na primjeni suvremenih zadružnih načela i revizije, te rješavanju imovinsko-pravnih odnosa. Povoljno političko okruženje, ciljano lobiranje, te prepoznavanje značaja zadružnoga pokreta u ukupnom rastu gospodarstva pomaže zadrugama u ostvarivanju njihovih ali i državnih interesa. Ne zaboravljajući pri tome, da osim spomenutog, sveprisutne ekonomske prijetnje, te zadružni znanstvenici mogu dodatno pridonijeti razvoju i postojanosti zadruga (Chloupková, 2002: 30). Ovaj rad daje kratki i deskriptivni pregled hrvatskog zadružnog zakonodavstva od osamostaljenja RH 1991. godine do danas, pri čemu smo analizirali i usporedili tri zakona o zadrugama, te Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o zadrugama za koje smatramo da su ostavili traga na današnju situaciju hrvatskoga zadrugarstva. U nastavku su izneseni i komentirani spomenuti zakoni.

### Prvi hrvatski zakon o zadrugama (NN br. 36/1995)

Prvi Zakon, koji je kreiran u teškim vremenima nerazumijevanja za zadružnim organiziranjem definira zadrugu kao: „... dobrovoljno udruženje zadrugara u kojem svaki član sudjeluje neposredno i koje zajedničkim poslovanjem po načelu uzajamne pomoći unaprjeđuje i zaštićuje svoj gospodarski i drugi profesionalni interes, u cilju ostvarenja svoje osobne i zajedničke dobiti zadrugara u skladu sa zakonom i pravilima zadruge“. Zakon, iako kvalitativno nedorečen i nejasan, barem je formalno pravno priznao zadruge kao gospodarske subjekte, implementirajući međunarodna zadružna načela<sup>3</sup>, i ostavljajući im mjesta i poticaj za njihov daljnji razvoj. Ovo je bio veliki uspjeh hrvatskoga zadružnoga pokreta jer u borbi sa zastarjelim poimanjem zadruga kao ostataka komunističke tvorevine, postalo je upitno da li će Zakon uopće biti kreiran. Zamjerka ovoj definiciji je da je trebalo staviti veći naglasak na zadruge kao ekonomske organizacije čiji je cilj unaprjeđenje gospodarskih interesa članova čime bi „problem“ percipiranja zadruga kao ideoloških organizacija bio umanjen njenim ekonomsko održivim mogućnostima. Glavni nedostatak ovoga Zakona proteže se kroz čitav dokument. Zakon je samo dotaknuo neka važna zadružna pitanja (tijela zadruga, zadružne imovine, te kaznenih odredbi), te ih nejasno determinirao i ostavio dovoljno mjesta za „nezadružna“ djelovanja. Prema Zakonu zadruge mogu osnovati minimalno tri fizičke osobe čime je država, kasnije se pokazalo, nesvjesno potaknula osnivanje velikog broja obiteljskih (pseudo)zadruga<sup>4</sup> čija je jedina namjena bila korištenje također nejasno definirane državne skrbi. Mnoge od navedenih zadruga, koristeći sredstva državne potpore, nisu ni započele sa svojim djelovanjem, a i one koje su poslovale nisu imale namjeru poslovati po zadružnim principima. Povezano s prethodnim, drugi veliki nedostatak vezan je uz zadružnu imovinu definiranu kao zajedničko vlasništvo zadrugara i zajedničkog poslovanja<sup>5</sup>. Nejasno ugrađena i regulirana, slaba pozornost je posvećena podjeli udjela zadrugarima nakon prestanka s radom zadruga. Iskustva iz prakse govore da su brojne interesne skupine zloupotrebljavale ovaj nedostatak razvijajući osobne interese o podjeli i prisvajanju zadružne imovine. Ovaj zakon reguliran je određenim odredbama Zakona o trgovačkim društvima<sup>6</sup>. Sa zadružnog stajališta to je ne prihvatljivo, jer dolazi do miješanja dvaju potpuno različitih vrsta društava, a rezultat toga je da i danas mnogi ljudi iz zadružne struke ne poznaju razlike između ova dva pojma. Stoga, kao što trgovačka društva imaju pravni okvir, tako i zadrugama treba dati zaseban, adekvatan pravni okvir kako bi se neometano poticalo zadružno organiziranje, a ostalo prepustilo poduzetništvu pojedinaca i poduzeća. Nadalje, tijela zadruge, njihove uloge i obveze regulirane su sa svega šest članaka, što je nedovoljno i ostavlja dojam nebitnih tijela a upravo o njihovim odlukama ovisit će uspješno poslovanje zadruga. Ovaj Zakon sadrži još jedan veoma diskutabilan članak (13.), koji je u opreci s temeljnim zadružnim principima, a govori o demokratskoj kontroli članova, dajući zadrugama mogućnost da svojim internim pravilnicima omoguće veće pravo glasa članovima. Ovakav zakon, zbog nedorečenosti i preopćenitih stavaka, omogućio je manjim grupama ljudi da zajedno sa svojim najbližim suradnicima akumuliraju moć, usvajaju zadružnu imovinu i bez pravnih prepreka prenesu je na trgovačka društva (Mataga, 2009: 215).

<sup>3</sup> International Co-operative Alliance, <http://www.ica.coop/coop/principles.html>, pristupljeno 25.10.2011.

<sup>4</sup> zadruge koje koristeći zadružno ime uživaju razne pogodnosti i podrške, a u praksi djeluju kao privatna poduzeća malih grupa ljudi (Antonić, 2007: 222).

<sup>5</sup> Članak 19., stavak 1. i 2.

<sup>6</sup> Članak 4. i članak 23.

### Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o zadrugama (NN br. 12/2002)

U prvim člancima izmjena i dopuna Zakona o zadrugama uočeni su možebitni problemi. Izmjenama se dala mogućnost da zadrugari posluju izvan zadruga dodajući da ciljevi poslovanja zadruga, osim dosadašnje osobne i zajedničke dobiti, sada mogu biti i „drugi interesi“. Ovim izmjenama značajno se narušio *zadružni autoritet*, jer su nejasno definirani takovi interesi i otvoren je prostor za drugačija tumačenja ovog problema. Zadrugu mogu osnivati minimalno tri osobe, ne razrađujući u dovoljnoj mjeri jesu li to fizičke osobe, pravne, ili neka kombinacija istih, otvorila mogućnost da primarnu zadrugu osnivaju samo pravne osobe. Navedene izmjene u opreci su s načelom neposrednog poslovanja i doprinijele su kasnijem narušavanju zadružnoga pokreta. S druge strane, ovim izmjenama u praksi dolazi do masovnog osnivanja zadruga koje uživaju posebnu državnu skrb<sup>7</sup>. Iako su ove nedorečene odredbe učinile dosta propusta i usmjerile razvoj zadrugarstva u krivom smjeru, u praksi uvođenjem novog stavka o značenju posebne državne skrbi, možemo zaključiti da je država ipak prepoznala značaj zadružnih organizacija. Stoga su ove izmjene, s jedne strane, potaknule prividan razvoj hrvatskoga zadrugarstva po pitanju broja zadruga i državnih poticaja, uzrokujući s druge strane njegovo unutrašnje urušavanje (zadružna imovina, broj članova). Izmjenama u članku 19., izbrisan je stavak koji definira zadružnu imovinu kao vlasništvo zadrugara, te da zadrugar bez suglasnosti ostalih članova ne može raspolagati svojim udjelom u zadruzi i da se pri isplati zadrugara kojem je prestalo članstvo u zadruzi, u udjel uračunava i dio imovine koja je stečena za vrijeme njegova članstva u zadruzi i to razmjerno osobnom doprinosu u stjecanju te imovine. Ovime je nanesena šteta zadrugama, jer se javljaju osobni interesi za podjelu i prisvajanje zajedničke zadružne imovine. Spomenutim izmjenama, omogućilo se zaposlenicima koji sada postaju članovi zadruga da razvijaju interese za podjelu i prisvajanje zadružne imovine. Prema članku 26.k, po prvi puta uvodi se pojam *skraćene revizije*<sup>8</sup>, ali ista u praksi nije doživjela željene okvire. Zadružna revizija je ispitivanje primjene zadružnih principa u zadrugama, poslovanja zadruga sa zadrugarima i trećim licima, imovinsko-pravnih odnosa zadruga i zaposlenih, kao i primjene općih i zadružnih pravila u pogledu osnivanja, organiziranja i cjelokupnog poslovanja zadruga u cilju zaštite i unaprjeđenja zadružnih interesa. Još jedan nezadovoljavajući segment ovoga zakona odnosi se na članak 31.a, koji kaže: ukoliko u roku od jedne godine, nakon likvidacije zadruga, imovina te zadruga ne bude prenesena u vlasništvo novoosnovane zadruga, iste djelatnosti, ona postaje državno vlasništvo a o njenoj daljnjoj namjeni ništa se ne spominje. Ovaj članak neprihvatljiv je i potiče već spomenute nelegalne radnje interesnih grupa. Nakon analize ovoga zakona stvoren je dojam da poslove koje vodi upravitelj treba adekvatno normirati, jer proizlazi da ovo tijelo nije bitno u poslovanju zadruga. Slična situacija je sa spomenutom zadružnom imovinom koja je određena sa svega četiri članka. Stoga je ovim nedostacima potrebno posvetiti puno više pažnje i pod hitno detaljnije razraditi. Ovaj zakon izaziva brojne sumnje u ispravnost i poznavanje tematike stručnjaka koji su ga kreirali, jer ne samo da nije uspio riješiti nedostatke prošloga, nego čak i otvoriti prostor za daljnju degradaciju i urušavanje zadrugarstva RH (Mataga, 2009: 210). Ipak, treba naglasiti da ovim Zakonom država polako ali sigurno počinje prepoznavati značaj zadruga, i u praksi štiti i potiče njihov razvoj. Ovim zakonom nova krovna organizacija postaje Hrvatski savez zadruga (HSZ), koja je dužna voditi registar zadruga i zadružnih saveza. Njena uloga nezavisne, stručne i poslovne organizacije sa svrhom promicanja, usklađivanja i zastupanja zajedničkih interesa svojih članica ispred tijela državne uprave, trebala bi zadrugama u budućnosti osigurati konkurentnije mjesto u državnoj potpori.

### Najnoviji Zakon o zadrugama (NN br. 34/2011)

Već na prvi pogled, ovaj Zakon podsjeća na kvalitetno planiran i uređen dokument ostavljajući dojam da želi posebno istaknuti specifičnosti organizacije ovakvog sustava i njezinog temeljenja na istinskim zadružnim načelima a koja zadruzi inače daje prednost u okrupnjavanju usitnjenog dijela gospodarske strukture. Pri tome, naglašavaju se gospodarski, ekonomski i drugi interesi zbog kojih je zadruga kao poduzeće osnovana. Zakon je napokon zadrugama dao zadovoljavajući pravni okvir koji su zaslužile, iako za neke probleme (zadružna edukacija) i dalje ne postoji razumijevanje od strane Vlade, i na njihovo rješavanje morat ćemo

<sup>7</sup> Članak 6. Posebna državna skrb očitovala se u novčanim naknadama (5.000 - 100.000 kn) za osnivanje zadruga i razvojne projekte zadruga i zadružnoga sustava (Matijašević, 2005: 162). Rezultat toga bila je 571 novoosnovana zadruga (nisu uključene štedno-kreditnoga tipa), u razdoblju od 2000.-2007. godine (Tratnik i sur., 2011: 338). Mnoge od njih osnovane su kako bi dobile državne naknade, a da nisu počele djelovati.

<sup>8</sup> Skraćena revizija predstavlja takav postupak revizije, koji ne daje konačno mišljenje o financijskim izvještajima i pruža uvjerenja da informacije podvrgnute uvidu ne sadrže značajna pogrešna prikazivanja.

pričekati još neko vrijeme. Kroz zadružnu reviziju, iz hrvatskog zadružnog sustava jasno bi se razlučilo i izdvojilo sve ono što se zbog nerazumijevanja ili spekulativno, vrlo rado i često u nas miješalo s onim pozitivnim, što danas zadružni sustav u svijetu jest i tako ga vrijednosno degradira i demotivira. Zadružna revizija i nadalje, iako je bila u prijedlogu zakona, nije uspjela naći svoj put u hrvatskom zakonodavstvu i ostati će misija za budućnost. Učeci na iskustvima prethodnih, Zakon detaljno razrađuje i implementira odredbe o konkurenciji, poslovnim tajnama i sporovima, zatvarajući nedostatke i mogućnosti za bilo kakve buduće „ne-zadružne djelatnosti“. Ovaj zakon sadrži i neke novitete. Značajan napredak postignut je na području minimalnog broja članova potrebnog za osnivanje zadruga koji sada iznosi sedam. Ovime bi trebalo biti riješen dugogodišnji problem pseudo-zadruga čije je dosadašnje postojanje davalo nerealanu sliku razvijenosti hrvatskoga zadrugarstva; i riješeno pitanje njihove postojanosti, smanjiti njihov broj i iznutra ojačati zadružno organiziranje povećanjem broja zadrugara po zadruzi prisiljavajući ih pri tome na formiranje većih, jačih zadruga. Posebno interesantnim čini se članak 32., koji govori o vanjskim ulagačima koji nisu članovi zadruga, a u zadrugu kao ulog mogu unijeti novčani iznos ukoliko su zainteresirani za njezino poslovanje. U skladu s time, članak 23. omogućuje radnicima da izaberu jednoga člana za rad u nadzornom odboru s ciljem predstavljanja njihovih interesa. Naravno, takvi ulagači nemaju prava kao članovi, ali imaju mogućnost aktivnog sudjelovanja na skupštinama. Članak je interesantan time što je zadružni pokret, gledajući iz perspektive vlasničkih prava u zadnjih 30-tak godina u svijetu pod stalnim promjenama stvarajući nove(alternativne) zadružne modele (Chaddad, 2004: 348). Predložena autorska tipologija u opreci je s klasičnim poimanjem zadružnoga organiziranja i da to znači početak kraja tradicionalnom poimanju zadrugarstva u RH teško je generalno prosuditi. Zato za (ne)opravdanost ovih sumnji, kao i rezultate Zakona, očekujemo da će vrlo brzo izaći na vidjelo. S druge strane, zadruge ovom odredbom, povećavaju svoju imovinu-„rizični kapital“ s vanjskim kapitalom i osiguravaju svoju održivost, rast i razvoj. Posebna pažnja posvećena je planiranju budućih aktivnosti zadruga i upotrebi dobiti koju ostvaruju. Zakonom su zadruge dužne dio svoje dobiti, nakon podmirenja obaveza, izdvojiti i posebno evidentirati u obavezne pričuve te za planiranje daljnjeg razvoja. Zakon ide toliko daleko da zaštićuje zadruge: u slučaju stečaja zadruge i nakon podmirenja obaveza, svu svoju imovinu prenosi na jedinice lokalne samouprave, s kojom raspolaže i dužna ju je upotrijebiti za daljnji razvoj zadrugarstva (članak 47.) sukladno načelu zadružne autonomnosti i nezavisnosti. Pitanje zadružne imovine napokon je kvalitetno uređeno i sprječava njeno daljnje osipanje. Iako je veliki dio zadružne imovine, do danas otuđen ili je postao državno vlasništvo, ovom odredbom omogućena je, sada i na pravnim okvirima, konsolidacija i ponovna afirmacija zadruga na hrvatskim prostorima. Ovakav Zakon poželjan je, i hvalevrijedan jer uklanja nedostatke prethodnih i daje vjeru da će i ostali nedostaci biti uklonjeni čime garantira uspješnu budućnost za zadruge u njihovoj konkurentskoj borbi na tržištima EU.

Tablica 1. Elementi SWOT analize hrvatskog zadružnog zakonodavstva:

SNAGE (Strengths):	SLABOSTI (Weaknesses):
<ul style="list-style-type: none"> <li>• definiran i zaštićen zadružni identitet, zadružna imovina</li> <li>• dugogodišnja zadružna tradicija</li> <li>• pozitivna iskustva u razvoju zadružnog pokreta, u svijetu i u nas</li> <li>• zakonska regulativa prisutna je stalno u organizaciji zadružnog sustava</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• percepcija zadruga kao ideološke - neekonomske tvorevine bivše države</li> <li>• nepostojanost zadružne revizije i edukacije</li> <li>• nedorečeni i nejasni zakoni</li> <li>• miješanje pojmova zadruga i trgovačka društva (d.d., d.o.o.) u pravnom smislu</li> <li>• nesklonost države u razvoju zadrugarstva</li> </ul>
PRILIKE (Opportunities):	PRIJETNJE (Threats):
<ul style="list-style-type: none"> <li>• potencijalni skori ulazak u EU</li> <li>• prisutnost državnih fondova i naknada</li> <li>• država napokon prepoznala značaj zadruga čemu svjedoči novi zakon</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• neriješeno pitanje zadružne revizije i edukacije</li> <li>• nedorečeni i nejasni zakoni</li> <li>• miješanje pojmova zadruga - trgovačka društva (d.d., d.o.o.) u pravnom smislu</li> </ul>

Izvor: Vlastita procjena autora na temelju analiza zakona o zadrugama

## Zaključak

Provedena analiza i usporedba zadružnih zakona RH ukazuje na pozitivne pomake, ali i na nedostatke vezane uz primjenu i rješavanje suvremenih zadružnih načela, imovinsko-pravnih odnosa i zadružne revizije. Iako je državna potpora dala određene rezultate (zadružni identitet, povećan minimalni broj članova); strukturni problemi unutar organiziranja zadruga, i dalje nisu riješeni. Zakon iz 1995., te Zakon iz 2002. pokazali su se nedorečenima i neprihvatljivima za nesmetani budući razvoj zadruga, a poboljšanja koja su trebali uvesti nezamjetna su i degradirajuća. S druge strane, zadnjim Zakonom značajno je poboljšano pravno stanje hrvatskoga zadrugarstva i može poslužiti kao osnova za daljnji rad: na poboljšavanju ukupne veličine zadružnoga pokreta i usklađivanju sa zakonodavstvom EU.

## Literatura

- Antonić, Milovan (2007): „Agrojapra“ zadružni pokret u Podgrmeču, Sociologija i prostor, 45 176 (2), str. 219-223,
- Chaddad R., F.; Cook L., M. (2004): Understanding New Cooperative Models: An Ownership-Control Rights Typology, Review of Agricultural Economics, Vol. 26, (3), str. 348-360
- Chloupková, J. (2002): European Cooperative Movement – Background and common denominators, Unit of Economics Working Papers 2002/4
- Mataga, Ž. (2009): Etičke vrijednosti i gospodarski značaj zadrugarstva, M.A.K. GOLDEN d.o.o., Zagreb
- Matijašević, A. (2005): Zadružno zakonodavstvo u Hrvatskoj: razvoj i problemi legislative poljoprivrednog zadrugarstva, Sociologija sela, 43 167 (1), str. 153-170
- Tratnik, M.; Nedanov, A.; Stracenski Kalauz, M.; Radinović, S. (2011): Hrvatski zadružni pokret – Pozadina i poveznice s europskim zadružnim pokretom, 46<sup>th</sup> Croatian and 6<sup>th</sup> International Symposium on Agriculture, Zagreb, str. 337-340
- Zakoni o zadrugama, te Zakon o izmjenama i dopunama zakona o zadrugama (NN br. 36/95; 12/02; 34/11), <http://narodne-novine.nn.hr/default.aspx>, pristupljeno 24.10.2011.

sa2012\_0215

# Ekonomska obilježja maslinarske proizvodnje u podregiji Istra-Primorje

Milan OPLANIĆ, Barbara SLADONJA, Marin KRAPAC

Institut za poljoprivredu i turizam, Karla Huguesa 8, Poreč, Hrvatska  
(e-mail: milan@iptpo.hr)

## Sažetak

Sektor maslinarske proizvodnje na području podregije Istra-Primorje u zadnjih 10-tak godina doživljava intenzivan rast tako da u 2010. godini na ovom području ima oko 1,4 milijuna stabala maslina zasađen na oko 6.000 ha. Tome su pridonijeli državni, županijski i lokalni poticaji, povećanje svijesti o vrijednosti ekstra djevičanskog maslinovog ulja, kao i kompatibilnost maslinarske proizvodnje sa turističkom djelatnošću zbog čega maslinarstvo postaje poželjna dopunska aktivnost na sve većem broju seljačkih gospodarstava. Cilj rada je ustanoviti troškove proizvodnje plodova maslina i maslinovog ulja, te izvršiti ekonomsku analizu poslovanja uljare kako bi se ustanovili konkurentnost i profitabilnost maslinarskog sektora. Analizom poslovanja 30 gospodarstava ustanovljeno je da ukupni trošak proizvodnje plodova masline iznosi 4,63 kn/kg, dok proizvodni trošak maslinovog ulja iznosi 47,33 kn/kg. Ekonomska analiza poslovanja 3 uljare pokazala je da 55% ukupnih troškova otpada na stalne troškove (amortizacija, trošak financiranja) tako da njihova profitabilnost u velikoj mjeri ovisi o iskorištenosti kapaciteta u sezoni prerade.

Ključne riječi: prihod, proizvodni troškovi, uljara, konkurentnost

## Economical characteristics of olive production in Istria-Littoral sub-region

### Abstract

Olive production sector in Istria-Littoral subregion has gone through an intensive increase in the last decade with 1,4 million trees planted on about 6.000ha in the year 2010. This success is supported by state, regional and local subsidies, increase of consciousness about extra virgin olive oil value, as well as compatibility of olive production with tourist activities. Because of the last, olive has gained the status of culture suitable for additional activity and income diversification on agricultural holdings. The aim of the paper is to establish production cost of olive fruit and olive oil as well as to perform business economic analysis of olive mill in order to establish the competitiveness and profitability of olive sector. By the business analyses on 30 holdings it was revealed that total cost of olive fruit was 4,63 kn/kg, while the production cost of olive oil is 47,33 kn/kg. Business economical analyses in three olive mills showed that 55% of total costs fall into fix expenses (amortisation, cost of financing), thus its profitability depends on capacities utilisation in processing period.

Key words: revenue, production costs, oil mill, competitiveness

## Uvod

Značajno obilježje mediteranske poljoprivrede je veliko učešće dugogodišnjih nasada u strukturi ukupno korištenog poljoprivrednog zemljišta. Prema podacima EUROSTAT (2009.) udio dugogodišnjih nasada u svim mediteranskim regijama EU je preko 10% od ukupno korištenog zemljišta, dok je u ukupno 14 regija taj postotak veći i od 30%. Udio dugogodišnjih nasada u ukupno korištenom poljoprivrednom zemljištu u Italiji je 18%, a u Grčkoj 27%. U podregiji Istra-Primorje udio pod višegodišnjim nasadima je oko 13% ukupno korištenog poljoprivrednog zemljišta (Državni zavod za statistiku RH, 2005) iz čega je uočljiva neprilagođenost strukture poljoprivrednog zemljišta što je jedan od razloga niske dohodovnosti poljoprivredne proizvodnje na ovom području (Oplanić, 2004). Maslina je jedina mediteranska voćna kultura u Hrvatskoj koja u posljednjih desetak godina bilježi povećanje proizvodnih površina (Gugić, 2006) čemu u prilog idu istraživanja koja pokazuju da se u maslinarskoj proizvodnji može ostvariti zadovoljavajuća dobit (Radinović i sur. 2004). Cilj ovog rada je utvrditi neka ekonomskih obilježja sektora maslinarske proizvodnje na području jadranske podregije Istra-Primorje te dati prijedlog mjera i aktivnosti, posebice s tržišnog aspekta, koje u ovom sektoru treba provesti kako bi on na globalnom, liberaliziranom tržištu bio prepoznatljiv, konkurentan i dohodovan.

## Materijal i metode

U radu su korišteni podaci službenih izvješća državnih i regionalnih službi: Državnog zavoda za statistiku, Ministarstva poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja, Hrvatskog zavoda za poljoprivredno savjetodavnu službu, Upravnog odjela za poljoprivredu, šumarstvo, lovstvo, ribarstvo i vodoprivredu Istarske županije i Upravnog odjela za gospodarski razvoj Primorsko-goranske županije. U slučajevima nepostojanja službenih podataka, autori su provodili intervjuiranje relevantnih stručnjaka na bazi čega je metodama deskriptivne statistike izvršena procjena stanja. Količina prerađenih maslina u 2010. godini dobivena je intervjuiranjem 30 uljara koje su uslužno vršile preradu maslina na području podregije Istra – Primorje. Proizvodni troškovi maslinarske proizvodnje ustanovljeni su na temelju podataka prikupljenih anketiranjem 30 maslinara, dok su podaci za ekonomsku analizu poslovanja uljare dobiveni anketiranjem 4 prerađivača maslina - vlasnika uljara. U utvrđivanju cijene koštanja maslina i ulja korištena je metoda kalkulacije pri čemu je prema vremenu vršena naknadna kalkulacija, prema području mikroekonomska i prema sadržaju analitička (Karić i Štefanić, 1999). Cijena ljudskog rada (u radu je korištena vrijednost od 30 kuna po satu) i cijene materijala koje se koriste u kalkulacijama za sva su gospodarstva ista.

## Rezultati i rasprava

Maslinarstvo u podregiji Istra-Primorje u posljednjih 10-tak godina doživljava vrlo snažan rast koji se ogleda u višestrukom povećanju površina pod maslinicima i broja rodni stabala.

Tablica 1. Obilježja maslinarske proizvodnje u podregiji Istra-Primorje u 2010. godini

Obilježje	Istarska županija	Primorsko-goranska županija	Ukupno
Površina maslinika (ha)	4.500	1.500	6.000
Broj rodni stabala maslina	1.070.000	300.000	1.370.000
Broj gospodarstava s maslinarskom proizvodnjom	5.800	2.700	8.500
Prosječno stabala po gospodarstvu	184	111	161
Ukupna proizvodnja maslina (t)	7.000	2.000	9.000

Izvor: Statistički godišnjaci RH i izračuni autora

Prema popisu poljoprivrede iz 2003. godine na području podregije Istra-Primorje je bilo ukupno 426.365 stabala maslina (1.938 ha) od čega je 364.360 stabala (1.656 ha) bilo u rodu (DZS, 2004). Do 2010. godine programom nabave sadnog materijala raspodijeljeno je ukupno oko 950.000 sadnica masline (Županijska izvješća, 2010) iz čega proizlazi da na ovom području ima ukupno oko 1.370.000 stabala maslina zasađenih na ukupno 6.000 ha površina. Trend podizanja novih nasada maslina i općeg razvoja maslinarskog sektora u velikoj je mjeri potaknut sve većom potražnjom za djevičanskim maslinovim uljem od strane potrošača s

netradicionalnih tržišta, zahvaljujući uspješnom promoviranju njegovih zdravstvenih i gastronomskih vrijednosti (Koprivnjak i Červar, 2010). Pored državnih potpora (NN 87/02) snažan poticaj razvoju ovog sektora dale su i jedinice regionalne i lokalne samouprave koje su u razdoblju od 1994. do 2010. godine maslinarima subvencionirale 2/3 vrijednosti sadnog materijala (Županijska izvješća, 2010). U pogledu korištenja ljudskog rada maslinarstvo se nadopunjuje sa turističkom djelatnošću zbog čega na velikom broju gospodarstava ima status dopunske aktivnosti i izvora dohotka. Na području regije ima ukupno oko 8.500 poljoprivrednih gospodarstava koja se bave maslinarskom proizvodnjom od čega 5.800 gospodarstava na području Istarske županije, a 2.700 gospodarstava na području Primorja (DZS, 2003). Malih gospodarstava, koja koriste do 2 ha ukupnog poljoprivrednog zemljišta, u strukturi ukupnog broja maslinarskih gospodarstava ima 77% i obrađuju 40% površina maslinika. Ona u prosjeku obrađuju do 160 stabala maslina i proizvode do 300 litara ulja. Dislociranost parcela unutar istog gospodarstva smanjuje učinkovitost utrošenog rada i materijala, ali istovremeno može doprinijeti stabilnosti i ujednačenosti prinosa u slučajevima lokaliziranog stradavanja nasada od niskih temperatura ili tuče.

Na temelju istraživanja ekonomskih obilježja maslinarske proizvodnje ustanovljeno je da se godišnje po hektaru utroši u prosjeku 398 sati ljudskog rada od čega 76% otpada na berbu plodova, a 17% na rezidbu. Prosječni učinak berbe je 15 kg plodova maslina na sat (ručna berba), dok se za rezidbu jednog stabla utroši prosječno 0,25 sati. U strukturi materijalnih troškova najveći izdatak otpada na sredstva za zaštitu bilja (52%) i gnojiva (41%). Godišnje se po hektaru utroši 30 sati rada sa strojevima od čega 12,5 sati otpada na aplikaciju sredstava za zaštitu, a 10 sati na kultivaciju.

Tablica 2. Kalkulacija maslinarske proizvodnje za površinu 1 ha maslinika sa 270 rodnih stabala maslina

Veličina	Vrijednosti
Ukupni proizvodni troškovi po ha (kn)	22.502
- materijalni troškovi	4.467
- trošak rada s poljoprivrednom mehanizacijom	3.493
- trošak ljudskog rada	11.947
- amortizacija nasada	1.600
- ostali izdaci	995
Prosječni prinos plodova po stablu (kg)	18
Ukupni prinos plodova po ha (kg)	4.860
Trošak proizvodnje 1 kg ploda maslina (kn)	4,63
Ukupni trošak prerade plodova (kn)	7.401
Trošak prerade po kilogramu plodova (kn)	1,52
Randman prerade (%)	13
Količina proizvedenog ulja od plodova sa 1 ha (kg)	632
Trošak proizvodnje 1 kg ulja (kn)	47,31

Izvor: Izračun autora

U strukturi prosječnih proizvodnih troškova najveći udio (53%) otpada na trošak radne snage. Uz prosječni prinos od 18 kg plodova maslina po stablu, odnosno 4.860 kg/ha, cijena koštanja 1 kg maslina iznosi 4,63 kn. Uz prosječni randman prerade od 13% cijena koštanja maslinovog ulja iznosi 47,31 kn/kg. Ukoliko se u kalkulaciju uvrsti mehanizirana berba (električnim ili pneumatskim tresaćima) i normativom učinka od 40 kg plodova na sat, trošak proizvodnje maslinovog ulja iznosi 37,37 kn/kg. Prema Agenciji za maslinovo ulje (2010) proizvođačka cijena ekstra djevičanskog maslinovog ulja u Španjolskoj je iznosila od 10,87 – 25,35 kn/kg. Prosječne proizvođačke cijene djevičanskog maslinovog ulja ekstra u 2010./2011. proizvodnoj godini iznosile su 25,20 kn/kg u Bariju, 15,38 kn/kg u Heraklionu i 14,85 kn/kg u Jaénu (COI, 2011). Vidljivo je da su troškovi proizvodnje maslinovog ulja u zemljama koje su njegovi najveći proizvođači višestruko niži što će uvjetovati da proizvođači na području Istre-Primorja u postupku proizvodnje primjenjuju suvremenija tehnološka i organizacijska rješenja.

Uslužna prerada ulja na području regije vrši se u ukupno 30 uljara od čega ih je 21 smješteno u Istri, a 9 na području Primorja. Njihov ukupni kapacitet prerade je 29,5 tona plodova maslina na sat. U 2010. godini na području regije je prerađeno oko 9.000 tona maslina, od čega 5.932 t na području Istarske županije i 2.988 t na području Primorja. Investicijsko ulaganje u izgradnju objekta uljare površine 120 m<sup>2</sup> i njezino opremanje

opremom instaliranog kapaciteta prerade plodova od 1.000 kg/sat iznosi 1,52 milijuna kuna (bez vrijednosti zemljišta). Uljara godišnje u prosjeku vrši preradu 50 dana u dvije smjene (16 sati dnevno) i 3 radnika po smjeni, čemu treba pribrojiti i rad upravitelja (600 sati godišnje) pa proizlazi da se u uljari godišnje odradi ukupno 3.000 sati ljudskog rada. Izvršena je analiza financijskog rezultata godišnjeg poslovanja uljare sa instaliranim kapacitetom prerade od 1.000 kg/sat koja u sezoni preradi 350 tona maslina, što predstavlja visoku razinu iskorištenosti preradbenog kapaciteta.

Tablica 3: Račun dobiti u poslovanju uljare

Veličina	Vrijednost (kn)
1. Ukupni prihod	525.000
2. Ukupni rashod	346.274
- materijalni troškovi	17.320
- bruto plaća	117.133
- amortizacija	119.347
- ostali izdaci	20.802
- trošak financiranja kapitala	71.671
3. Bruto dobit	178.726

Izvor: Izračun autora

Prosječno financijsko poslovanje uljare, kod visoke razine iskorištenosti instaliranih kapaciteta, kakvo je evidentirano u istraživanim pogonima, je vrlo uspješno. Međutim, primjetno je da glavnina troškova u njihovom poslovanju proizlazi iz visokih investicijskih ulaganja u osnovna sredstva, a to su amortizacija i trošak financiranja kapitala. Oni na godišnjoj razini iznose 191.018 kn što predstavlja 55% ukupnih troškova. Trošak radne snage sudjeluje s udjelom od 34% dok na trošak materijala (energenti i voda) otpada svega 5% od ukupnih troškova. Može se zaključiti da profitabilnost u sektoru prerade maslina u velikoj mjeri ovisi o visini ulaganja u pogon uljare i cijeni kapitala pa cilj vlasnika uljara treba biti postizanje što veće iskorištenosti kapaciteta kako bi prosječni stalni troškovi bili što niži. Pritom se povećanje obujma prerade u uljarama ne smije ostvarivati nauštrb kvalitete postupka već mora biti rezultat optimalne organizacije radnog procesa.

### Zaključak

Troškovi proizvodnje maslinovog ulja na području regije Istra-Primorje višestruko su viši nego u susjednim mediteranskim zemljama. Osnovna zapreka troškovno konkurentnije maslinarske proizvodnje na malim gospodarstvima jesu visoki stalni troškovi po jedinici proizvodnje. To su u prvom redu nizak stupanj mehaniziranosti radnih operacija odnosno visok utrošak ljudskog rada po jedinici površine, visoka amortizacija i troškovi održavanja poljoprivredne mehanizacije, objekata i opreme, visok udio vremena koji se troši na manipulativne poslove koji proizlaze iz dislociranosti maslinika unutar istog gospodarstva. Preduvjeti postizanja cjenovne konkurentnosti domaćih maslinara jesu trajna modernizacija tehnološkog procesa proizvodnje maslina kao i poslovno udruživanje koje je u interesu velikog broja manjih maslinarskih gospodarstva. Povezivanje proizvođača trebalo bi svakako ići u smjeru zajedničkog korištenja pojedinih sredstava mehanizacije, a posebice u segmentu marketinga, zaštite, brendiranja i prodaje proizvoda. Analizom poslovanja uljara ustanovljeno je da financijski rezultat njihovog poslovanja u velikoj mjeri ovisi o razini iskorištenosti kapaciteta. Suvišak ukupnih preradbenih kapaciteta utjecati će na nižu razinu iskorištenosti i lošije financijske rezultate poslovanja uljara dok će se s druge strane nedostatak tih kapaciteta negativno odraziti na kvalitetu dobivenog ulja zbog dužeg vremena od berbe do prerade. Zbog toga ukupni instalirani kapaciteti uljara trebaju biti usklađeni sa potrebama prerade odnosno ukupno proizvedenim količinama plodova na tom području o čemu treba voditi računa posebice u razdoblju rasta sektora maslinarske proizvodnje kakav se trenutno dešava na području podregije Istra-Primorje.

### Literatura

Carlos Sánchez Laín, 2010. The value chain and price formation in the Spanish olive oil industry, The Olive Oil Agency, Madrid



- Consejo Oleícola Internacional, 2011. EU Producer prices  
(<http://www.internationaloliveoil.org/estaticos/view/133-eu-producer-prices>)
- Državni zavod za statistiku RH, 2003. Popis poljoprivrede 2003.
- Državni zavod za statistiku RH, 2005. Statistički ljetopis Republike Hrvatske 2004
- EUROSTAT, 2009. Crop production statistics at regional level,  
([http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics\\_explained/index.php/Crop\\_production\\_statistics\\_at\\_regional\\_level](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Crop_production_statistics_at_regional_level))
- Gugić, J., 2006. Proizvodno-ekonomska obilježja maslinarstva u obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima, *Pomologia Croatica* Vol. 12 – 2, str. 135-152.
- Karić, M., Štefanić, I. 1999. Troškovi i kalkulacije u poljoprivrednoj proizvodnji, Poljoprivredni fakultet, Osijek.
- Koprivnjak, O., Červar, A., 2010. Proizvodne karakteristike maslinarsko-uljarske djelatnosti u Istarskoj županiji. *Agronomski glasnik* 2-3, str. 125-142.
- MIH d.o.o. i Upravni odjel za poljoprivredu, šumarstvo, lovstvo, ribarstvo i vodoprivredu IŽ, 2008. Program podizanja dugogodišnjih nasada u Istarskoj županiji - izvješće o realizaciji programa, model sufinanciranja i koncepcija provedbe programa do 2020. godine, Poreč.
- Hrvatski sabor. 2002. Zakon o državnoj potpori u poljoprivredi, ribarstvu i šumarstvu. *Narodne novine* 87/2002. Zagreb.
- Oplanić, M., Par, V. 2004. Struktura dohotka na OPG u Istarskoj županiji. Priopćenja XXXIX. Znanstvenog skupa hrvatskih agronoma s međunarodnim sudjelovanjem / Žimbrek, Tito (ur.). Zagreb : Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2004. str. 97-100
- Radinović, S., Gugić, J., Grgić, Z. 2004. Economic Efficiency of Olive Growing. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, Vol. 69 (4), str. 115-120.

**sa2012\_0216**

# Multicriteria decision model for evaluating less-favoured areas for agricultural production

Karmen PAŽEK<sup>1</sup>, Črtomir ROZMAN<sup>1</sup>, Aleš IRGOLIČ<sup>2</sup>, Jernej TURK<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Maribor, Faculty of Agriculture and Life Sciences, Pivola 10, 2311 Hoče, Slovenia

<sup>2</sup>Agency for Agricultural Markets and Rural development, Dunajska 160, 1000 Ljubljana, Slovenia

## Abstract

Slovenia is with two million inhabitants (0,5% of EU population) and a population density of 99 persons per km<sup>2</sup> placed among sparsely inhabited European countries. Modernisation of specific types of farming resulting in stronger agriculture competition in Slovenia and Europe was the key factor for depopulation of the countryside. The developed multicriteria decision DEX model for evaluating less-favoured areas (LFA) presents a tool for easier evaluation of farming scenarios. Selecting specific types of farming in LFAs depends not only upon one criterion but is subject to various criteria. The following scenarios were analysed: Other areas (D), Hill areas (H), Karst areas (K), Steep slopes (S), and Mountain areas (V). The main criteria included in a model were the following: farm size, amount of direct payments, amount of natural handicap payments, amount of agri-environmental payments, and age structure. The evaluation "excellent" was assigned to the scenario "Mountain area", the scenarios "Other areas" and "Hill areas" were evaluated as "suitable", while the scenarios "Karst area" and "Steep slopes" received the lowest evaluation "unsuitable". The developed model may also be used in further development of agricultural policy, especially after 2013. The model is open for upgrading with new information and adjusting to special needs.

Key words: LFA, multicriteria decision analysis, DEX, scenarios, agricultural policy

## Višekriterijski model za procjenu LFA područja za poljoprivrednu proizvodnju

### Sažetak

Slovenija sa dva milijuna stanovnika (0,5% od stanovništva EU-a) i gustoćom naseljenosti od 99 stanovnika po km<sup>2</sup>, je jedna od relativno rijetko naseljenih država u Europi. Modernizacija poljoprivrede koja je dovela do veće konkurentnosti poljoprivrede u Europi i Sloveniji, ključni je čimbenik iseljavanja stanovništva sa sela. S razvojem više kriterijskog modela DEX-i moguće je vrednovanje područja s težim uvjetima gospodarstva (LFA). Model će nam pomoći procijeniti različite scenarije poljoprivrede u LFA područjima. Izbor za ocjenu LFA tako ne ovisi samo o jednom kriteriju. Scenariji koji su analizirani, su sljedeći: Ostala područja (D), Planinska područja (H), Kraška područja (K), Strma područja (S) i Gorska područja (V). Glavni kriteriji uključeni u model su sljedeći: veličina gospodarstva, visina izravnih plaćanja, visina kompenzacijskih plaćanja, visina poljoprivredno-okolišnih subvencija i godišnja struktura. Rezultati kažu, da je konačnu ocjenu "odličan" dobio scenarij Gorska područja (V), scenariji Ostala područja (D) i Planinska područja (H) dobili su ocjenu "prikladno", dok se scenariji Kraška područja (K) i Strma područja (S) procjenjuju s najslabijim rezultatom "neprimjereno". Razvijeni višekriterijski model je koristan za budući razvoj poljoprivredne politike, osobito nakon godine 2013. Model se može nadgraditi s najnovijim informacijama i prilagoditi specifičnim zahtjevima korisnika.

Ključne riječi: LFA, višekriterijska analiza, DEX, scenariji, poljoprivredna politika

## Introduction

In the European union 65 % of the utilized agricultural area (UAA) comes within the delimitation of less-favoured areas (defined as LFA), and of this a substantial amount is classified as mountain areas (MacDonald et al., 2000). This situation is also reflected in Slovenia, where 491.000 hectares or 72.4 % of utilized agricultural area is located in mountainous and hilly areas (LFA), with almost two-thirds being permanent pasture, and less than 30 % arable land. More than half of Slovenia (i.e. nearly 1.1 million hectares) is covered by woods and forests (MAFF, 2007). Similar to the European Union Alpine regions, this fact places Slovenia among the countries with the most difficult conditions for agricultural production in Europe. The over utilization process regarding agricultural land is becoming a serious problem in Europe, including Slovenia, although the reasons for over utilization are not the same everywhere. Efforts against over utilization and an understanding of the background regarding these processes are of particular importance (Borec et al., 2004), especially in over recent years (for recent trends in agri-food sector) Agriculture in LFA areas is less intensive and suitable for different farming types and further food production. In this light the potential for a wide-range of possible business alternatives need to be evaluated in order to determine any obstacles and characteristics, and also highlight the benefits of any corresponding opportunities which might contribute to specific farm systems in LFA areas. Before making a decision whether to invest in food processing, an investor needs to have the basic information on which to base this decision. This information should contain sufficient economic and financial indicators to form a basis for decision making. As reported by Tiwari et al (1999), reality is complex, and the use only of economic and financial criteria alone may be insufficient when the deciding involves consideration of variables that cannot be easily quantified into monetary units, and the decision-making process is likely to be influenced by multiple competitive criteria A decision model must be able to evaluate all the options when considering those factors influencing the decision and the analyst should consider a multi-criteria (objective) decision analysis approach (MCDA) that can be used for solving difficult technical and economical decisions. The application of multi-criteria decision analysis in farm management, such as DEX-i methodology (Bohanec et al. (1995) Bohanec et al. (2000), Pažek et al. (2006), Rozman et al. (2006)) has been extensively discussed in scientific literature. Hierarchical multi-attribute decision models are based on the dissection of a complex decision problem into smaller and less complex subproblems. Subproblems are represented by variables, which are organized into a hierarchy. For instance, the DEX (and its windows version DEX-i) is a method for qualitative multi-attribute decision modeling and support (Bohanec and Rajkovic, 1990).

## Materials and methods

DEX combines traditional multi-attribute decision making with some elements of Expert Systems and Machine Learning. Variables are connected by utility functions. Utility functions in DEX are adjusted to qualitative variables and, therefore, represented by “if-then” decision rules (called elementary decision rules), which are usually given in tabular form. The DEX method can be used for solving of various decision problems regarding real-world decisions (Bohanec et al. (1995), Bohanec et al. (2000), Bohanec and Rajkovič (1999)). A multi-attribute DEX model is characterized by the following facts (Bohanec, 2003):

- the model consists of hierarchically structured variables called attributes
- all these attributes are qualitative rather than numerical: they can take only a finite (and usually a small) number of discrete symbolic values
- aggregation of values in the model is defined by rules.

For each attribute, DEX requires a definition of a set of corresponding qualitative values. These are usually descriptive. The aggregation of values is carried out according to aggregation rules, which are usually given in tabular form. The attributes at the lowest level are basic descriptors of scenarios (i.e farm size, usage type of agricultural land, number of assigned points, amount of LFA payments, farm holder’s age, successor or not, successor’s age, number of payment entitlements, value of payment entitlements for arable land, value of payment entitlements for pasture, amount of payment entitlements, organic farming, integrated crop production, implementation of other agri-environmental measures, amount of payments, amount of protein crops payments and nuts payments, amount of additional payments for milk and beef). They represent model inputs and must be provided by the decision maker.

The main criteria included in a model structure were respected: farm size, amount of direct payments, amount of natural handicap payments, amount of agri-environmental payments, and age structure. All criteria were associated into groups of criteria to define final evaluation – evaluation of scenarios: Other areas (D), Hill areas (H), Karst areas (K), Steep slopes (S), and Mountain areas (V)). The input data of specific criteria (acquired by Agency of the Republic of Slovenia for Agricultural Markets and Rural Development, the size of sample was 42856 farms) were used as input data for DEX-i multi criteria model as well as for modification of model hierarchy. After each attribute has been assigned with its scales (qualitative value), the utility functions are defined. The utility functions evaluate each individual attribute with respect to their immediate descendants in the hierarchy. This procedure is conducted for each level in the hierarchy (partial utility function for aggregate attributes and overall utility function for the whole model except for the lowest level in the hierarchy).

Velikost kmetij	Vrsta rabe kmetijskih površin	Število točk	Višina OMD plačil	OMD OBMOČJA
26%	26%	31%	17%	
1 majhna	travniki	do 310	*	SLABO
2 majhna	travniki	*	do 500	SLABO
3 majhna	*	do 310	do 500	SLABO
4 <=srednja	<=nasadi	>=310 do 350	>=500 do 1000	DOBRO
5 *	<=nasadi	310 do 350	>=500 do 1000	DOBRO
6 <=srednja	nasadi	*	>=500 do 1000	DOBRO
7 *	nasadi	<=310 do 350	>=500 do 1000	DOBRO
8 *	>=nasadi	do 310	>=500 do 1000	DOBRO
9 <=srednja	nasadi	>=310 do 350	*	DOBRO
10 <=srednja	>=nasadi	>=310 do 350	do 500	DOBRO
11 *	nasadi	310 do 350	*	DOBRO
12 *	>=nasadi	310 do 350	do 500	DOBRO
13 srednja	<=nasadi	*	*	DOBRO
14 srednja	*	*	do 500	DOBRO
15 >=srednja	<=nasadi	<=310 do 350	*	DOBRO
16 >=srednja	*	do 310	*	DOBRO
17 >=srednja	*	<=310 do 350	do 500	DOBRO
18 *	<i>njive</i>	>=310 do 350	>=500 do 1000	<i>ODLIČNO</i>
19 <i>velika</i>	*	>350	*	<i>ODLIČNO</i>

Figure 1: Example of decision rules with utility function for LFA (in the figure OMD) area

However, in the figure 1 the decision rules are presented in a so-called complex form; headings display approximate attributes weights. The symbols “< =”, “> =” denote value intervals for the belonging attribute. The asterisk “\*” denotes any value.

In the next step the attribute values for each alternative are put into the DEX-i evaluation table and the evaluation analysis is ultimately conducted.

## Result and discussion

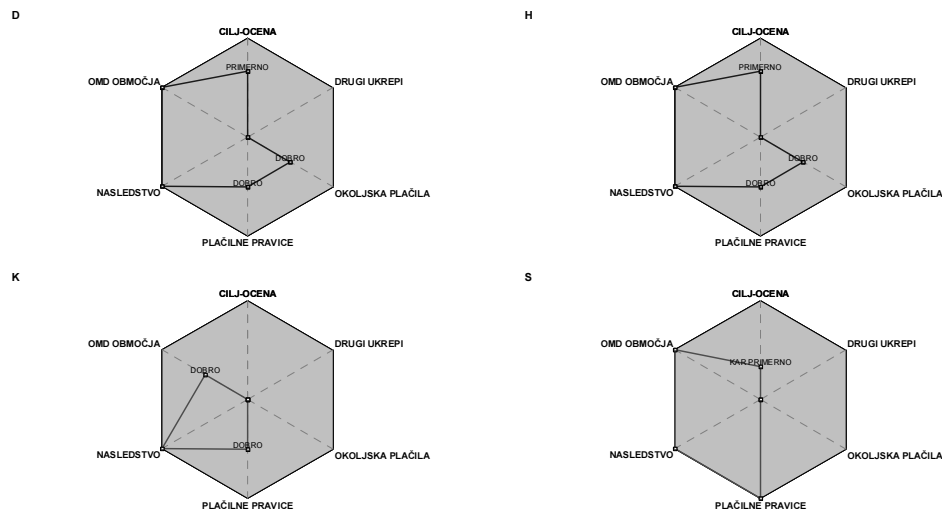
The aim of the research was to develop and apply a multicriteria decision model for evaluating less-favoured areas (LFA). The DEX model was selected for the development of a decision analysis. The values of decision attributes were of qualitative nature and the profitability function was defined by the decision rules, which served as a basis for the evaluation of a particular decision alternative.

LFA areas were included in the model (Other areas, Hill areas, Karst areas, Steep slopes and Mountain areas). All data gathered at the Agency of the Republic of Slovenia for Agricultural Markets and Rural Development were comprised in five aggregate criteria by the profitability function and a joint evaluation of a particular LFA was determined at the end. The sub-criteria of the aggregate criteria were the following: farm size, usage type of agricultural land, number of assigned points, amount of LFA payments, farm holder’s age, successor or not, successor’s age, number of payment entitlements, value of payment entitlements for arable land, value of payment entitlements for pasture, amount of payment entitlements, organic farming, integrated crop production, implementation of other agri-environmental measures, amount of payments, amount of protein crops payments and nuts payments, amount of additional payments for milk and beef.

The classification of particular areas was enabled by multicriteria decision model. The scenario “Mountain area” was assigned “excellent” as the best possible evaluation for agricultural production. The scenario “Karst

## Multicriteria decision model for evaluating less-favoured areas for agricultural production

area” and the scenario “Steep slopes” received the lowest evaluation. Other two scenarios, “Other areas” and “Hill areas”, were evaluated as “suitable” (graph 1).



Graph 1: Final evaluation of specific LFA area

The final evaluations of scenarios confirm that selecting specific types of farming in a particular LFA depends not only upon one criterion but is subject to various criteria, which were taken into consideration within the multi-attribute decision model (i.e. “Mountain area” was assigned “excellent” while “Hill areas” were evaluated as “suitable” - by “Hill areas” the aggregate criterion “LFA areas” was assessed as “good” and the aggregate criterion “Environmental payments” and “Other measures” were assessed as “worse”. However, the assessment of all aggregate criteria by “Mountain areas” was better than by “Hill areas”.

Moreover, the results show also that developed decision model presents support methodological tools for easier evaluation of farming scenarios in less-favoured areas – for a practice and further political decision.

## Conclusions

The model can be applied practically to smaller number of farms as well as to a broader sphere of scientific research work. The developed model may also be used in further development of agricultural policy, it also can be upgraded with the latest information and adapt it to specific requirements. The model can be good basis for further development of more complex models that are designed primarily for planning and decision-making process.

## References

- Bohanec, M., Messean, A., Scatasta, S., Angevin, F., Griffiths, B., Krogh, P.H., Žnidaršič, M., Džeroski, S., 2008. A qualitative multi-attribute model for economic and ecological assessment of genetically modified crops. *Ecol. model.* 215 (1/3): 247-261.
- Bohanec, M., 2003. Decision support. In: Mladenčić, D., Lavrač, N., Bohanec, M., Moyle, S. (Eds.), *Data Mining and Decision Support: Integration and Collaboration*. Kluwer Academic Publishers, pp. 23-35.
- Bohanec, M., Zupan, B., Rajkovič, V., 2000. Applications of Qualitative Multi-Attribute Decision Models in Health Care. *International Journal of Medical Informatics*, 58-59:191-205.
- Bohanec, M. and Rajkovič, V., 1999. Multi – Attribute Decision Modeling: Industrial Applications of DEX. *Informatica* 23: 487-491.
- Bohanec, M., Rajkovič, V., Semolič, B., Pogačnik, A., 1995. Knowledge-Based Portfolio Analysis for Project Evaluation. *Information & Management*, 28: 293-302.

- Bohanec, M. and Rajkovič, V., 1990. DEX: An Expert System Shell for Decision Support. *Sistemica* 1(1): 145-157.
- Borec, A., A. Flambart, K. Pažek. 2004. Relationships between production system of Slovenian mountain farms and dynamics of overgrowing areas. *Agricultura*, 3/1: 32-36. MacDonald, D., J. R. Crabtree, G. Wiesinger, T. Dax, N. Stamou, P. Fleury, J. Gutierrez Lazpita and A. Gibon. 2000. Agricultural abandonment in mountain areas of Europe: Environmental consequences and policy response. *Journal of Environmental Management*, 59/1:47-69.
- MAFF ANEK. 2007. – Akcijski načrt razvoja ekološkega kmetijstva v Sloveniji do leta 2015. Ljubljana.
- Pažek, K., Č. Rozman, A. Borec, J. Turk, D. Majkovič, M. Bavec, and F. Bavec. 2006. The use of multi criteria models for decision support on organic farms. *Biol. agric. hortic.*, 24/1: 73-89.
- Rozman, Č., K. Pažek, M. Bavec, F. Bavec, J. Turk, and D. Majkovič. 2006. The Multi-criteria analysis of spelt food processing alternatives on small organic farms. *Journal of sustainable agriculture*, 28/2: 159-179.
- Tiwari, D.N., R. Loof, and G.N. Paudyal. 1999. Environmental-economic decision-making in lowland irrigated agriculture using multi-objectives analysis techniques. *Agricultural Systems*, 60: 99-112.

**sa2012\_0217**

# Koncepcijski okvir razvoja ruralnog turizma u istočnoj Hrvatskoj

Tihana SUDARIĆ<sup>1</sup>, Krunoslav ZMAIĆ<sup>1</sup>, Ilija NEDIĆ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište J.J.Strossmayer u Osijeku, Poljoprivredni fakultet, Trg Sv.Trojstva 3, Osijek, Hrvatska  
(e-mail: stihana@pfos.hr)

<sup>2</sup>Žito d.o.o. Osijek, Đakovština 3, Osijek, Hrvatska

## Sažetak

Cilj rada je analizirati stanje i buduće smjernice razvoja ruralnog turizma u istočnoj Hrvatskoj. U radu je provedena anketa na području Vukovarsko-srijemske županije koja je obuhvatila 12 obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava koja se bave turizmom, te se koristila metoda deskriptivne i komparativne analize sekundarnih izvora podataka sa svrhom utvrđivanja odrednica i usporedbe pojedinih parametara prilikom donošenja koncepcijskog okvira razvoja ruralnog turizma. Koncepcijski okvir razvoja ruralnog turizma temelji se na četiri elementa: razvoj na nacionalnoj razini, edukacija, promocija i suradnja koji koncipiraju odgovarajuće okruženje razvoja definiranjem kratkoročnih, srednjoročnih i dugoročnih planova i programa koji će poticati prepoznatljivost ruralnog područja istočne Hrvatske.

Gljučne riječi: ruralni turizam, istočna Hrvatska, razvoj, koncepcijski okvir

## The conceptual framework for rural tourism development In Eastern Croatia

### Abstract

The aim of the paper is to analyze the status and the future directions of rural tourism development in eastern Croatia. A poll was run through the field of the Vukovar-Srijem County that had used 12 family farms that work in tourism, and we used a method of descriptive and comparative analysis of secondary information sources with the point of verifying the pointers and parameters comparatives while making a conceptual framework of rural tourism development. The development conceptual framework in rural tourism is based on four elements: development on the national level, education, promotion and cooperation which conceptualise environment by defining short term, middle term and long term plans and programs which will encourage the familiarity of the rural field of eastern Croatia.

Key words: rural tourism, eastern Croatia, development, conceptual framework

### Uvod

Analiza prirodnih potencijala istočne Hrvatske govori o širokoj i neiskorištenoj resursnoj osnovi koja se prije svega odnosi na visokokvalitetno poljoprivredno zemljište, bogata šumska područja, izvore vode, nalazište nafte i plina, nalazište gline, šljunka i pijeska, zemljopisni položaj i slično. U radu se analizira područje Vukovarsko-srijemske županije koja ima 150 354 ha poljoprivrednog zemljišta od čega je 62% visokokvalitetna obradiva površina, više od 90% su oranice a ostatak su voćnjaci, vinogradi, livade i pašnjaci. Šume (hrast lužnjak i jasen) pokrivaju 69 000 ha. Turizam na području Vukovarsko-srijemske županije nije nosilac razvoja iako postoje prirodni preduvjeti i turističke atrakcije kao što su prirodne ljepote, jedinstvena

gastronomska ponuda, velike šumske površine za više oblika turizma (lov, izleti, safari, promatranje ptica), izvanredni tereni za sportove na otvorenom (ribolov, biciklizam, hodanje), izvori termalne vode, značajna povijesno-kulturna baština, neiskorišteni kapaciteti obala rijeka Dunava i Save, tradicijska proizvodnja vina, rakije i voćnih rakija, ratni turizam. Značajan doprinos turizmu su manifestacije koje se tijekom godine tradicionalno održavaju (Vinkovačke jeseni, Iločka berba, Festival glumca, Festival dokumentarnog rok filma, Mladost i ljepota Slavonije, Otočko proljeće, Konji bijelci, Etno vikend u etno gradu, Žetva i vršidba u prošlosti, Nacionalna izložba voćnih rakija i likera, Festival voćnih rakija, likera i pekmeza) kao i barokne jezgre gradova Vukovara i Vinkovaca, srednjovjekovna jezgra Iloka, Vučedol-nalazište, čardak u Županji, Otočka suvara, Spačvanska šuma, rijeke i virovi, Iločka vinska cesta, srednjovjekovni spomenici, muzeji, Ovčara i groblje branitelja, muzejski prostor u bolnici Vukovar. Dosadašnje iskustvo velikog broja zemalja pokazuje da glavni oslonac ruralnoj ekonomiji više ne može biti poljoprivreda, već širok spektar aktivnosti zasnovanih upravo na neaktiviranim potencijalima ruralnih područja (Zmaić i sur., 2011). Ekonomska i demografska devastacija ruralnog prostora može se zaustaviti poticanjem razvitka nepoljoprivrednih djelatnosti. Očekuje se da su to djelatnosti koje uvažavaju ekonomske, socijalne, tradicijske i ekološke zahtjeve prostora odnosno domicilnog stanovništva. Postoje značajne razlike u ekonomskoj razvijenosti, demografskim obilježjima, prirodnim resursima, očekivanjima i mogućim pravcima budućeg razvitka (Grgić i sur., 2011).

### Materijal i metode

Za potrebe istraživanja konceptijskog okvira za daljnji razvoj ruralnog turizma u istočnoj Hrvatskoj provedena je anketa na području Vukovarsko-srijemske županije koja je obuhvatila 12 obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava koja se bave turizmom. Anketno ispitivanje je provedeno tijekom svibnja 2011. godine a odnosilo se na aktivnosti i usluge koje se pružaju na gospodarstvu, poslovno komuniciranje, pitanja vezana za informiranje o dobivanju sredstava iz državnih tijela, europskih fondova ili drugih izvora, suradnja sa turističkom zajednicom, promotivne aktivnosti i slično. U radu je također korištena metoda deskriptivne i komparativne analize sekundarnih izvora podataka sa svrhom utvrđivanja odrednica i usporedbe pojedinih parametara prilikom donošenja zaključaka o stanju i budućim smjernicama razvoja ruralnog turizma Vukovarsko-srijemske županije. Iz podataka dobivenih od Službe za gospodarstvo Ureda državne uprave u Vukovarsko-srijemskoj županiji utvrđeno je da se najveći broj obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava registrirao za pružanje usluga ruralnog turizma tijekom 2010. i 2011. godine što govori o začetcima razvoja ruralnog turizma na ovom području.

### Rezultati i rasprava

Turizam je strateška odrednica hrvatskog gospodarstva, izrazito dinamična i konkurentna. Opstanak na njemu uvjetovan je kontinuiranim istraživanjem tržišta gdje se neprestano javljaju nove potrebe i novi segmenti. Pri planiranju turističkog razvoja pojedinog područja preduvjeti za uspješnost odnose se na veći tržišni udjel, porast koristi od turizma, prilagođavanje turističke ponude i uspostavljanje suradnje sudionika na svim razinama.

Tablica 1. Prikaz dolazaka turista i ostvarenih noćenja 2007-2009.

Godina	Dolasci ukupno			Noćenja		
	2007	2008	2009	2007	2008	2009
Republika Hrvatska	11.162.000	10.934.000	10.934.000	56.005.000	57.103.000	56.299.000
VSŽ	38.327	41.688	33.828	81.735	87.396	80.109
Postotak	0,34%	0,37%	0,31%	0,15%	0,15%	0,14%

Izvor: DSZ, Turistička zajednica VSŽ

U tablici 1 prikazani su dolasci turista i ostvarena noćenja na području Republike Hrvatske i Vukovarsko-srijemske županije, te je iskazan odnos navedenih parametara. Ako se uzme u obzir kako Vukovarsko-srijemska županija ima 4,61% ukupnog stanovništva Republike Hrvatske tada dobiveni podaci od 0,31% do 0,37% za broj turista ili još lošiji omjeri za noćenja ukazuju na loše stanje turizma na ovom području.

Razvoj ruralnog turizma u Republici Hrvatskoj operativno i organizirano se počeo razvijati još 1996. godine temeljem Pravilnika o pružanju ugostiteljskih usluga na seljačkim domaćinstvima, što je stvorilo okvir za



pravnu regulativu ove vrste turizma. Tijekom 15 godina ruralni turizam postao je najprepoznatljiviji posebni oblik turističkih usluga kojemu se pridavao veliki značaj poglavito zbog kompleksnosti usluga ali i razvoja ruralnih područja. Međutim, iako je u Vukovarsko-srijemskoj županiji prva registracija turizma na OPG-u zabilježena 2006. godine, začeci ruralnog turizma ove županije obilježavaju 2010. i 2011. godinu. Naime, prema anketnoj analizi uočava se nagli porast registriраних obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava koja se bave turizmom. Pružanjem usluga ruralnog turizma mogu se u skladu sa zakonodavstvom, baviti registrirana obiteljska poljoprivredna gospodarstva, obrti, zadruge, dionička društva, udruženja i drugi. Prema podacima Službe za gospodarstvo Ureda državne uprave (VSŽ) ukupno je registrirano 17 subjekata koji pružaju usluge u ruralnom turizmu, od toga 12 obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava, 3 obrta i 2 tvrtke.

Tablica 2. Oblici usluga i smještajnih kapaciteta u Vukovarsko-srijemskoj županiji

Oblik usluge	broj
Usluga smještaja	2
Usluga prehrane	8
Smještaj i prehrana	7
Kapaciteti	
Broj kreveta	78
Broj sjedećih mjesta	1670
Kategorizacija	
1 Sunce	1
2 Sunca	2
3 Sunca	4
Apartmani sa 2 zvjezdice	1
Apartmani sa 4 zvjezdice	1

Izvor: Služba za gospodarstvo Ureda državne uprave u Vukovarsko-srijemskoj županiji, Vukovar

Prema navedenim podacima u ruralnom prostoru Vukovarsko-srijemske županije registrirano je 78 postelja čija je kategorizacija višeg standarda. Prema provedenom anketnom istraživanju prevladavaju muškarci kao nositelji gospodarstva, srednje stručne spreme u dobi od 41 do 50 godina starosti. Dvije trećine anketiranih ostvarilo je nepovratna sredstva u iznosu od 15 000, 00 kuna do 200 000, 00 kuna koja su bila u funkciji izrade promotivnih materijala, izrade objekata za životinje, opremanje objekata, proširenje smještajnih kapaciteta, nabavljanje fijakera i konja, očuvanje kulturne baštine, razvoj ruralnog turizma i slično. Ova nepovratna sredstva utjecala su kako na povećanu zainteresiranost tako i na registraciju gospodarstava koja se bave turizmom. Osnovni izvori informiranja prema analiziranim anektama je internet. Sredstava Europskih fondova niti jedno gospodarstvo nije koristilo zbog nedovoljnog znanja prilikom prijave na natječaje. Iz tog razloga uočava se potreba za savjetovanjem i edukacijom. Osnovni nedostaci daljnjeg razvitka ruralnog turizma Vukovarsko srijemske županije ogledaju se (prema analizi ankete) u složenoj zakonskoj regulativi i nedostatnim financijskim sredstvima. Okviri razvoja ruralnog turizma u Vukovarsko-srijemskoj županiji trebaju se temeljiti na individualnim uslugama, personaliziranom pristupu, tradicijskim vrijednostima i održivom razvoju. Konceptijski okvir razvoja ruralnog turizma u istočnoj Hrvatskoj ogleda se u četiri konstruktivna elementa:

- Razvoj na nacionalnoj razini - osigurati odgovarajuće poticajno okruženje globalnog razvitka koji se odnosi na nacionalu razinu i formiranje Povjerenstva Vlade Republike Hrvatske za razvoj ruralnog turizma koje bi koordiniralo suradnju s nacionalnim i lokalnim institucijama gdje bi podjednako bili zastupljeni svi županijski predstavnici koja bi u konačnici rezultirala izradom posebne Strategije razvoja ruralnog turizma Republike Hrvatske.
- Edukacija - potrebno je kreirati edukativne procese u cilju poboljšanja ugostiteljskih i turističkih usluga u ruralnom turizmu kroz: obveznu edukaciju vlasnika i budućih vlasnika turističkih seljačkih domaćinstava, edukaciju edukatora, formiranje sustava trenera ruralnog turizma, poticanjem edukativnih procesa u obrazovnim institucijama (strukovne škole, visoko obrazovne instucije) glede očuvanja i revitalizacije tradicijske graditeljske baštine i primjerene izgradnje novih struktura na ruralnim područjima te ostalih programa i projekata.
- Promocija - omogućiti pravednu i ravnopravnu promociju ruralnog turizma na nacionalnoj razini putem Hrvatske turističke zajednice, odnosno uključivanje ruralnog turizma kao turističkog proizvoda u promociji Republike Hrvatske kao turističke destinacije na međunarodnim tržištima.

- Suradnja - potaknuti jaču suradnju svih relevantnih institucija (državna uprava, područna i lokalna samouprava, sustav turističkih zajednica, razvojne agencije, znanstvene i stručne institucije, strukovna udruženja) u cilju zajedničkog djelovanja na razvoj ruralnog turizma, odnosno suradnja kroz vertikalnu i horizontalnu povezanost (Sudarić i sur., 2005).

Udruživanjem poduzetnika u regionalno-turistički klaster daje se nova dimenzija ruralnog razvoja, čime se kroz ruralni turizam prvenstveno potiče cjelokupno gospodarstvo Županije i spriječava odlazak stanovništva s ruralnih područja. Ovakav model bi trebao doprinijeti povećanju produktivnosti svakog pojedinog člana klastera koji će se reflektirati na povećanje gospodarskog rasta, novog zapošljavanja i razvoja novih proizvoda i usluga. Svakako da bi interesno udruživanje trebalo rezultirati i jačanjem konkurentnosti i prepoznatljivosti određenog područja kroz isticanje atraktivnosti neiskorištenih prirodnih resursa (Svržnjak i sur. 2011.).

### Zaključci

Rezultati istraživanja pokazuju kako stanje ruralnog turizma u Vukovarsko-srijemskoj županijipopravlja. Iako dolazaka turista i ostvarenih noćenja u razdoblju od 2007. do 2009. ima tendenciju pada, broj registrianih obiteljskih poljoprivrednih gospodarstva koji se bave turizmom naglo se povećao. Naime, u 2007. godini bilo je registrirano samo jedno gospodarstvo koje se bavi turizmom dok ih je u 2009. zabilježeno dvanaest. Da li se radi o kvalitativnoj i kvantitativnoj sposobnosti sudionika u ruralnom turizmu, financijskoj potpori ili boljoj informiranosti, ne upitno je. Važnost ruralnog turizma, prije svega, ogleda su u vrlo važnoj interakciji poljoprivredne proizvodnje, proizvodnje tradicionalnih proizvoda, prezentiranja tradicije, tradicijske gastronomije i turističkih usluga, odnosno korištenju već postojećih resursa. Analizom primarnih podataka kao i komparativnom analizom sekundarnih izvora podataka formirao se konceptijski okvir razvoja ruralnog turizma Vukovarsko-srijemske županije. Konceptijski okvir razvoja ruralnog turizma ogleda se u četiri elementa: razvoj na nacionalnoj razini, edukacija, promocija i suradnja koji koncipiraju odgovarajuće okruženje razvoja definiranjem kratkoročnih, srednjoročnih i dugoročnih planova i programa koji će poticati prepoznatljivost ruralno turističkih destinacija određenih područja Republike Hrvatske.

### Literatura

- Grgić, I, Županac, G., Zrakić, M. (2011): Npoljoprivredne djelatnosti ruralnog područja Zagrebačke županije, 46. hrvatski i 6. međunarodni simpozij agronoma, Agronomski fakultet u Zagrebu, Zagreb, str. 355-359.
- Ružić, P., (2009): Ruralni turizam, Institut za poljoprivredu i turizam Poreč, Pula
- Sudarić, T., Medić, M., Petrač, B., Zmaić, K. (2005): Marketing agroturizma – činitelj razvoja istočne Hrvatske, XL znanstveni skup hrvatskih agronoma, Opatija, str.121-123.
- Svržnjak, K., Iličić, V., Kantar, S. (2011): Razvoj ruralnog turizma kroz osnivanje klastera – primjer regionalno-turističkog klastera “Kuna”, 46. hrvatski i 6. međunarodni simpozij agronoma, Agronomski fakultet u Zagrebu, Zagreb, str. 242-246.
- Zmaić, K., Sudarić, T., Tolić, S. (2011): Održivost i diverzifikacija ruralne ekonomije, 46. hrvatski i 6. međunarodni simpozij agronoma, Agronomski fakultet u Zagrebu, Zagreb, str. 341-345.
- <http://hgk.biznet.hr/hgk/fielovi/2197.pdf>
- <http://www.dzs.hr/>
- <http://www.hrvatski-farmer.hr/CMS/0085/Content.aspx?EID=7381>
- <http://www.hrvatski-farmer.hr/CMS/0085/Content.aspx?EID=20360>
- Ministarstvo turizma RH (2003): Strategija razvoja hrvatskog turizma do 2010. godine- finalna verzija. [http://www.strategija.hr/datastore/filestore/16/Strategija\\_razvoja\\_hrvatskog\\_turizma\\_do\\_2010.pdf](http://www.strategija.hr/datastore/filestore/16/Strategija_razvoja_hrvatskog_turizma_do_2010.pdf)
- Županijska razvojna strategija 2007-2013, (2007): Vukovarsko srijemska županija, Vukovar

sa2012\_o218

# E-poslovanje u hrvatskom agrobiznisu

Marina TOMIĆ, Marija CERJAK, Lari HADELAN

Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska  
(e-mail: matomic@agr.hr)

## Sažetak

Cilj istraživanja bio je utvrditi zastupljenost elektronskog poslovanja u svakodnevnicima poslovnih subjekata iz područja poljoprivrede i agrobiznisa u Hrvatskoj. Rezultati istraživanja pokazuju da se, od e-proizvoda i usluga, najčešće koristi Internet bankarstvo za potrebe platnog prometa i elektronska pošta u svrhu poslovne komunikacije. Internetski izvori ujedno su i najvažniji izvori poslovnih informacija. Ispitanici su osnovnom prednošću e-poslovanja istaknuli brzinu i smanjenje troškova poslovanja. E- poslovanje prate i određeni ograničavajući čimbenici, prvenstveno nedovoljna informatička pismenost. Rezultati ovog istraživanja daju smjernice za daljnji razvoj e-poslovanja u hrvatskom agrobiznisu.

Ključne riječi: internet, e-poslovanje, agrobiznis

## E-business in Croatian agribusiness

### Abstract

Representation of e-business was investigated among Croatian companies in the agribusiness sector. The aim of this study was to determine use of the Internet in Croatian business entities in the field of agriculture and associated activities. Research results indicate that Internet is often used for Internet banking and that communication with business partners is carried out via e-mail. The main advantage of Internet business is speed and costs reduction. Internet business has a certain limiting factors, primarily the lack of computer literacy. The results of this research provide guidance for further development of e-business in Croatian agribusiness.

Key words: internet, e-business, agribusiness

### Uvod

Revolucija u informacijskoj tehnologiji (IT) i komunikaciji promijenila je način na koji ljudi vode posao. Dinamika današnjeg poslovanja zahtijeva povezanost svih sudionika poslovnih procesa i trenutnu reakciju na tržišna zbivanja. Poslovanje postaje u pravom smislu riječi poslovanje u realnom vremenu. Upotreba Interneta i elektroničkog poslovanja pruža veću interaktivnost, povezanost, fleksibilnost, jeftinije i brže poslovanje u usporedbi s tradicionalnim. Navedeni trendovi i izazovi znače i nove poslovne prilike, ali i radikalnu promjenu poslovanja, pri čemu u poslovni proces treba uključiti dobavljače, kupce, partnere i sve ostale sudionike poslovnih procesa (Ružić, 2003.). Internet, globalizacija i informacijska tehnologija, kao temeljni čimbenici nove ekonomije, ostavili su neizbrisivi trag u poslovanju. Naime, sve adrese na mreži podjednako su „vidljive“ ostalim korisnicima pa se došlo do toga da se i male kompanije putem Interneta mogu uključiti u „konkurentsku utakmicu“ s tržišnim liderima, što je nezamislivo za područje klasičnog poslovanja (Ružić, 2003.). Takvim načinom poslovanja svaka tvrtka nalazi se na tržištu na kojem nema teritorijalnih ograničenja, a stupa u kontakt izravno, neposredno s potencijalnim kupcem, ulazeći preko osobnog računala u njegov dom, tj. poslovni ured (Licul-Martinčić, 2002.). Brzina i opseg prihvaćanja e-poslovanja ovisi o državi i sektoru u kojima se primjenjuje. Prema dosadašnjim istraživanjima tvrtke iz EU i

SAD-a mijenjaju način poslovanja tako što prihvaćaju praksu e-poslovanja (Stricker i sur., 2003; Gelb i Offer, 2005; Mueller i sur., 2005.). E-poslovanje nužan je preduvjet za sudjelovanje cjelokupnog hrvatskog gospodarstva pa tako i agrobiznisa na globalnim tržištima kroz ponudu roba i usluga s proširenom mogućnošću nabave proizvoda i usluga sa svjetskog tržišta.

### Materijal i metode

Podaci o uporabi e-poslovanja u hrvatskim poslovnim subjektima prikupljeni su on-line anketnim ispitivanjem. On-line anketno ispitivanje provedeno je u razdoblju od 01.05.2011. do 01.06.2011. Zamolba za sudjelovanje u istraživanju s web adresom anketnog upitnika poslana je na e-mail adrese 700 poslovnih subjekata. Do e-mail adresa se došlo preko Hrvatske gospodarske komore i Agrobizurze. Istraživanje je provedeno pomoću programa Sawtooth Software's survey software (SSI Web). Anketni upitnik je obuhvatio opće podatke o poslovnom subjektu, obilježja ispitanika, te namjenu i učestalost uporabe Interneta. Za analizu prikupljenih podataka su korištene jednovarijantne (frekvencije i distribucija) i dvovarijantne (hi-kvadrat test) metode analize podataka. Podaci su analizirani u programskom paketu SPSS verzija 17.00. Značaj pojedinih izvora za prikupljanje informacija kao i važnost potencijalnih prednosti i pojedinih ograničavajućih čimbenika za uporabu Internet poslovanja mjereni su na Likertovoj ljestvici od 5 stupnjeva.

### Rezultati i rasprava

#### Internet

Internet je svjetska mreža računala koja su povezana uz pomoć TCP/IP (*Transmission Control Protokol/Internet Protokol*) protokola. Povrh tog protokola izvršava se i pristup bazama podataka ili *World Wide Web* stranicama. To je "mreža svih mreža" koja se sastoji od milijuna kućnih, akademskih, poslovnih i vladinih mreža koje međusobno razmjenjuju informacije i usluge kao što su elektronička pošta, chat i prijenos datoteka te povezane stranice i dokumente World Wide Weba. Internet ima direktan utjecaj u poslovnom svijetu, na poduzeća, potrošače, proizvođače, distributere i potencijalne sudionike (Porter, 2000.). Jedna od poslovno najinteresantnijih mogućnosti koje Internet pruža jest mogućnost koju Internet otvara u poboljšanju poslovanja i veliki potencijal koji se otvara porastom broja njegovih korisnika (Srića, 2001.). Prosječna svjetska populacija koja se služi Internetom čini oko 30% ukupnog stanovništva, dok je u Hrvatskoj taj udio 50,1% (Internet World Stats, 2011.).

#### E-poslovanje

Elektroničko poslovanje je moderna poslovna metodologija koja se bavi potrebom organizacija, veletrgovaca (trgovaca) i potrošača da reduciraju troškove istovremeno podižući kvalitetu proizvoda i usluge te povećavajući brzinu usluga (Shaw i Strader, 1997.). Za proizvođače, e-poslovanje omogućava smanjenje troškova i širenje tržišta jer nemaju ograničenja glede fizičke lokacije trgovine. Proizvodi se mogu prodati na globalnom tržištu (Internetu). E-poslovanje nudi potrošaču maksimalnu dozu povjerenja jer može posjetiti web stranicu mnogih proizvođača te isti tren usporediti cijene i donijeti konačnu odluku, i to sve iz vlastitog doma, bespotrebnog gubitka vremena obilaska proizvođača. Sve se odvija brže i jednostavnije. S druge strane, e-poslovanje ima i neke nedostatke: prvenstveno potrošači su neodlučni glede kupovine preko Interneta zbog korištenja kreditnih kartica (treba se jamčiti sigurnost novčanih transakcija), kao i problem doživljaja kupovine kao socijalnog iskustva, druženja, što on-line kupovina ne omogućava.

#### Opći podaci o ispitanicima

U istraživanju su sudjelovala 142 poslovna subjekta koja se bave poljoprivredom i agrobiznisom u Hrvatskoj. Proizvodnja je osnovna djelatnost u većini ispitanih poslovnih subjekata (110), a navode se još i trgovina (37), pružanje usluga (29), otkup voća i povrća (1), proizvodnja i prerada (1) te otkup i prerada (1). Većina poslovnih subjekata broji do 15 zaposlenika (51,4%) Slijede poslovni subjekti s 16-30 zaposlenika (14,1%) te oni s 51-100 zaposlenika (12,0%). Najmanji je udio onih koji imaju između 31 i 50 zaposlenih (8,5%) te onih koji imaju preko 500 radnika (4,2%). U istraživanju dominiraju poslovni subjekti koji imaju godišnji promet preko 5.000.000,00 kn (42%) a najmanji je udio onih koji imaju godišnji promet između 500.000,00 kn i 1.000.000,00 kn (6%).

Prema spolnoj strukturi ispitanika, u nešto većem postotku (53,5%) su sudjelovali muškarci. Dominiraju ispitanici mlađi od 35 godina (44,7%), dok je udio starijih od 51 godine najniži (17%). Čak 58% ispitanika ima završenu visoku ili višu školu, slijede ispitanici sa završenom srednjom školom (33%) te oni sa završenim magisterijem ili doktoratom (9%). Obzirom na funkciju koju vrše u poslovnom subjektu, najveći je udio ispitanika koji su vlasnici poduzeća (31,6%), slijede tajnici (11,9%), predsjednici/članovi uprave (11,2%) te oni koji obavljaju logističke poslove (11,2%). Među ispitanicima je 5,6% onih koji se bave istraživanjem i razvojem, 4,9% upravitelja financija, a menadžera prodaje je 4,2%. Najmanji udio ispitanika obavlja funkciju marketing menadžera (3,5%) te menadžera za ljudske potencijale (2,1%).

### Namjena i učestalost uporabe Interneta

Ispitanici većinom koriste Internet podjednako za osobne i poslovne svrhe (54,9% svih ispitanika). Njih 33,8% koristi ga više u poslovne svrhe dok ostatak (11,3%) to čini u osobne svrhe. U osobne se svrhe Internet često koristi za e-komunikaciju (79,6% ispitanika). Slijedi čitanje vijesti (62,5%). Internet u svrhu e-kupnje često koristi samo 10% ispitanika, dok u svrhu zabave njih 30,8%.

Tablica 1. Osobna namjena uporabe Interneta (%)

Osobna namjena uporabe Interneta	1-rijetko	2-niti rijetko, niti često	3-često	4-uopće ne	Ukupno
E-komunikacija (e-mail, chat, forumi i sl.)	10,2	8,8	79,6	1,5	100,0
Čitanje vijesti	19,1	15,4	62,5	2,9	100,0
Zabava	43,8	19,2	30,8	6,2	100,0
E-kupnja	50,0	10,8	10,0	29,2	100,0

U poslovne svrhe Internet se najčešće koristi za Internet bankarstvo (85,7%) te za komunikaciju s klijentima i dobavljačima (74,6%). Internet kao sredstvo informiranja o stanju na tržištu koristi 56,5% ispitanih poslovnih subjekata. Poslovni subjekti često koriste Internet za nabavu potrebnih inputa (48,5%) te praćenje konkurencije (41,6%). Interna komunikacija unutar tvrtke (Intranet) rijetko se koristi među ispitanim poslovnim subjektima kao i on-line edukacija. Poslovna uporaba Interneta u svrhu kupnje, promidžbe proizvoda i usluga putem vlastitih web stranica te prodaje vlastitih proizvoda i usluga također se rijetko koristi.

Tablica 2. Poslovna namjena uporabe Interneta (%)

Poslovna namjena uporabe Interneta	rijetko	niti rijetko, niti često	često	uopće ne	Ukupno
Promidžba proizvoda i usluga putem vlastitih web stranica	34,3	17,5	21,2	27,0	100,0
Prodaja vlastitih proizvoda i usluga	34,3	17,5	21,2	27,0	100,0
Nabava potrebnih inputa	25,4	16,4	48,5	9,7	100,0
Komunikacija s klijentima i dobavljačima (e-mail)	13,8	8,0	74,6	3,6	100,0
Internet bankarstvo	3,6	2,1	85,7	8,6	100,0
On-line edukacija	40,0	14,8	31,1	14,1	100,0
Praćenje konkurencije	27,0	19,0	41,6	12,4	100,0
Informiranje o stanju na tržištu	18,1	19,6	56,5	5,8	100,0
Kupnja preko Interneta	37,8	17,8	11,9	32,6	100,0
Ugovaranje usluga	29,2	23,4	34,3	13,1	100,0
Interna komunikacija unutar tvrtke (intranet)	42,8	34,8	22,5		100,0

Značaj pojedinih izvora za prikupljanje informacija mjeran je na Likertovoj ljestvici od 5 stupnjeva, pri čemu je 1 značilo potpuno nevažno, a 5 jako važno sredstvo informiranja. Ispitanici su kao najvažnije izvore za prikupljanje poslovnih informacija naveli Internet (srednja vrijednost 4,2) i društvene (osobne) kontakte (4,2). Slijede stručni časopisi (3,8) te seminari i tečajevi (3,5). Najmanje važan izvor poslovnih informacija ispitanicima je televizija i radio, sa srednjom vrijednošću 3,3. Obzirom na sredstva komuniciranja ispitanici najčešće komuniciraju s poslovnim partnerima putem telefona (91,5%) i e-mailom (86,4%), slijedi neposredan kontakt (75%), fax (70%) te pošta kao najmanje korišteno sredstvo komuniciranja (36,5%). Hi-kvadrat test je pokazao da godišnji promet tvrtke utječe na korištena sredstva komuniciranja poslovnih

subjekata i njihovih poslovnih partnera ( $p \leq 0,05$ ). Među poslovnim subjektima koji imaju godišnji promet iznad 1.000.000,00 kn njih 90,8% koristi e-mail kao sredstvo komuniciranja s poslovnim partnerima, dok je među poslovnim subjektima s godišnjim prihodima do 1.000.000,00 kn taj udio 76,2%. Putem pošte komunicira 15% poslovnih subjekata s godišnjim prihodima do 1.000.000,00 kn, dok je udio istih među subjektima s godišnjim prihodom iznad 1.000.000,00 kn znatno veći (48,5%). Fax kao sredstvo komunikacije među poslovnim subjektima s godišnjim prihodima do 1.000.000,00 kn koristi 33,3%, a među onima s godišnjim prihodima iznad 1.000.000,00 kn 85,7% poslovnih subjekata. Ostala obilježja poslovnih subjekata (broj zaposlenika, djelatnost poslovnog subjekta) ne utječu na postojanje web stranice poslovnog subjekta ( $p \geq 0,05$ ). Osnovna prednost Internet poslovanja je brža komunikacija (srednja vrijednost 4,52 na ljestvici od 5 stupnjeva pri čemu je 1 značilo potpuno nevažno, a 5 izuzetno važno te 6 ne znam) te smanjenje troškova poslovanja (4,42). Kao važna prednost navedena je i kvalitetnija komunikacija s klijentima (4,04) te centralizirana prodaja (3,85). Najniže ocjenjena, ali također važna prednost jesu bolji uvjeti prodaje (3,65). Osim prednosti, ispitanici su naveli i ograničavajuće čimbenike uporabe e- poslovanja. Najvažniji razlog za neuporabu e-poslovanja je nedovoljna informatička pismenost poslovnih partnera (srednja vrijednost 4,01), slijede sigurnosni razlozi (3,78). Poteškoće u razvoju osobne veze s klijentima smatraju se također važnim ograničavajućim čimbenikom (3,61), kao i manjak volje za kupnjom putem Interneta (3,44).

### Zaključak

E-poslovanje predstavlja suvremeni oblik poslovanja kojemu teže svi poslovni subjekti orijentirani na osvajanje što boljih pozicija na tržištu. Osnovna prednost je smanjenje troškova poslovanja (nije potrebno graditi i održavati objekt- fizički prostor) kao i brzina pružanja usluga. E-poslovanje nužan je preduvjet za sudjelovanje gospodarstva na globalnim tržištima kroz ponudu roba i usluga s proširenom mogućnošću nabave proizvoda i usluga sa svjetskog tržišta. Rezultati istraživanja pokazuju da se Internet u poslovne svrhe najviše koristi za Internet bankarstvo te za komunikaciju s klijentima i dobavljačima. Internet i društveni (osobni) kontakti ispitanicima predstavljaju najvažnije izvore za prikupljanje poslovnih informacija. Osnovna sredstva komuniciranja s poslovnim partnerima su telefon i e-mail. Internet poslovanje pruža niz prednosti, prvenstveno bržu komunikaciju te smanjenje troškova poslovanja. Od ograničavajućih čimbenika za Internet poslovanje, najvažnija je nedovoljna informatička pismenost poslovnih partnera.

### Literatura

- Gelb E., Offer A.: Perspectives of Technological Innovation, European Federation for Information Technologies in Agriculture, Food and the Environment (EFITA), dostupno na: <http://departments.agri.huji.ac.il/economics/gelb-main.html> (25.08.2011.)
- Internet World Stats, 2011.: World Internet Users and Population Stats, dostupno na <http://www.internetworldstats.com/stats.htm> (02.09.2011.)
- Licul-Martinčić M. (2002): Internet marketing kao čimbenik tržišne uspješnosti hrvatskih tvrtki, magistarski rad, Rijeka
- Mueller R.A.E., Sumner D.A., Clasen M. (2005): Agriculture on the Web: Current Situation and Prospects for Web-based Commerce and Services', Action, vol. 2, 4
- Porter M. E. (2000) Strategy and the Internet, Harvard Business Review, dostupno na: <http://hvass.nu/s2/artikler/teori/Misc/porter.pdf> (15.09.2011.)
- Ružić D. (2003): E marketing, Sveučilište J.J. Strossmayera, Ekonomski fakultet Osijek, Osijek
- Shaw M., Strader T. (1997): Characteristics of Electronic Markets, Decision Support Systems 21, 185-198
- Srića V. (2001): Put k elektroničkom poslovanju, Sinergija, Zagreb
- Stricker S., Sumner D.A, Mueller R.A.E. (2003): Wine on the Web on a Global Market: A Comparison of E-Commerce Readiness and Use in Australia, California and Germany, 4th European Federation for Information Technology in Agriculture, Food and the Environment (EFITA 2003), Debrecen, Hungary

sa2012\_0219

# Stavovi i očekivanja proizvođača s Pešteri o proizvodnji i plasmanu mlijeka i mliječnih proizvoda

Vlade ZARIĆ<sup>1</sup>, Zorica VASILJEVIĆ<sup>1</sup>, Danijela PETKOVIĆ<sup>1</sup>, Branislav RAKETIĆ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11080 Beograd-Zemun, Srbija  
(e-mail: vzaric@agrif.bg.ac.rs)

<sup>2</sup>Ministarstvo poljoprivrede, trgovine, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije, Nemanjina 22-26, 11000 Beograd, Srbija

## Sažetak

Pešter je visoravan u Republici Srbiji koja se nalazi na nadmorskoj visini između 1100 i 1250m i bogata je pašnjacima i vodom što predstavlja povoljne uslove za bavljenje stočarstvom. Ipak, nepovoljni klimatski uvjeti i nerazvijena infrastruktura ograničavaju poljoprivrednu proizvodnju. Administrativni centar je Sjenica pa je uobičajeno da se proizvodi sa Pešterske visoravni nazivaju sjeničkim. Proizvodi iz ovog kraja posjeduju specifične karakteristike i traženi su na domaćem tržištu. Najpoznatiji su mliječni proizvodi, a posebice sjenički sir. Cilj ovog istraživanja je bio ispitati stavove, iskustva i očekivanja koja imaju proizvođači mlijeka i mliječnih proizvoda sa Pešteri. Anketnim istraživanjem su obuhvaćeni najvažniji proizvođači mlijeka i mliječnih proizvoda sa Pešteri. Rezultati pokazuju da za proizvođače najveći problem predstavljaju odnosi sa kupcima u pogledu nepoštivanja ugovora od strane istih. Kada je u pitanju zakonska regulativa proizvođači smatraju da država nema jednak tretman prema proizvođačima iz različitih regija. Proizvođačima poseban problem predstavlja neoljalna konkurencija koju država po njihovom mišljenju ne regulira dovoljno efikasno. Očekuju da će u budućnosti opstati oko tri četvrtine postojećih proizvođača mlijeka i proizvoda od mlijeka u ovoj regiji.

Ključne reči: mliječni proizvodi, Pešter, sjenički sir

## Attitudes and expectations of the Pester manufacturers on production and marketing of milk and milk products

### Abstract

Pester is the plateau in the Republic of Serbia, which is located at an altitude between 1100 and 1250m and it is rich with pastures and water, which provides favourable conditions for livestock production. However, adverse climatic conditions and undeveloped infrastructure limits agricultural production. The administrative centre is town Sjenica and it is common to name products from the Pester plateau - Sjenica's products. Products from this region have specific characteristics and the demand on the domestic market is high. Best known are dairy products and especially Sjenica cheese. The aim of this paper was to examine the attitudes, experiences and expectations of the producers of milk and dairy products from Pester. Survey covered the most important producers of milk and dairy products from Pester. The results show that the biggest problem for manufacturers is the relationship with traders in the form of non-compliance with the contract by the same ones. In terms of legislation manufacturers believe that the state has no equal treatment of producers from different regions. Particular problem for the producers is unfair competition which the state, in their opinion, does not regulate

effectively. Producers expect that in the future, about threequarters of the existing producers of milk and dairy products in the region would continue production.

Key words: milk products, Pester, Sjenica cheese

## Uvod

Preradom mlijeka na Pešteri se bave mini mljekare, radionice za preradu mlijeka i obiteljska poljoprivredna gospodarstva (OPG). Mljekare, kao i radionice za preradu mlijeka imaju veći asortiman proizvoda, dok OPGi proizvode isključivo sir. U regiji postoji ukupno 5 mljekara i 4 registrirane radionice za preradu mlijeka. Na Peštorskoj visoravni sjenički sir<sup>9</sup> može biti od ovčijeg, kravljeg ili miješanog ovčijeg i kravljeg mlijeka. Ovi sirevi su poznati pod nazivima "sjenički ovčiji sir", "sjenički kravljji sir" i "sjenički sir mešanac". O proizvedenim količinama postoje samo procjene<sup>10</sup>.

Ovčiji i miješani sir se uglavnom proizvode na OPGima, a kravljji sir se proizvodi u malim pogonima (mljekarama), registriranim radionicama za preradu mlijeka i na OPGima. Zajedničko za sve tri vrste sira jeste činjenica da potiču od sirovina sa definiranog zemljopisnog područja i da se proizvode po tradicionalnoj tehnologiji. Istraživanje u ovom radu je obuhvatilo proizvodnju "sjeničkog kravljeg sira". U mljekarama i radionicama se godišnje proizvede oko 530 tona sira, dok je procijenjena proizvodnja na svim OPGima 400 tona sira godišnje<sup>11</sup>. Pošto sjenički sir važi za proizvod visoke kvalitete i potrošači ga cijene, na tržištu se pojavljuju ponuđači iz drugih krajeva koji svoje proizvode "deklariraju" kao sjeničke i time stvaraju nelojalnu konkurenciju. Kako bi zaštitili vlastite interese, proizvođači sa Pešteri imaju jak interes da zaštite svoje proizvode. Osim proizvoda sa Pešteri postoje proizvodi i u drugim regijama koji mogu biti predmet zaštite (Bogdanov, Zarić, 2009.).

Pošto se radi o određenom teritoriju gde postoji veći broj proizvođača, zaštita zemljopisnog podrijetla proizvoda se nameće kao najbolje rješenje. Oznake zemljopisnog podrijetla omogućavaju proizvođačima da zaštite svoje jedinstvene proizvode i postignu veću komercijalnu vrijednost (Mesić et al. 2010). Prije ovog koraka, proizvođači moraju usuglasiti elemente koji osiguravaju zajedničke standarde proizvodnje i pakiranja proizvoda. Preduvjet je da proizvođači budu registrirani. Zbog toga su u ovom istraživanju obuhvaćene sve mljekare, ukupno njih pet, kao i jedna radionica čiji obujam proizvodnje iznosi 15 tona sira godišnje. Ostale tri radionice su manjeg obujma i proizvode približno po pet tona sira godišnje. Na ovaj način je obuhvaćeno preko 50% ukupne proizvodnje sjeničkog sira.

## Materijal i metode

Provedeno je anketno ispitivanje relevantnih prerađivača mlijeka na Peštorskoj visoravni pri čemu su uključeni svi proizvođači, male mljekare i registrirane radionice koje proizvode više od pet tona sira godišnje, što čini većinu u ovom području. Navedenim izborom uzorka osigurana je reprezentativnost i pouzdanost ocjene. Upitnik je bio zatvorenog tipa i strukturiran po područjima koja su se odnosila na stavove proizvođača, najprije o poslovnom okruženju, zatim o njihovom položaju u marketinškom lancu i, najzad, njihovim očekivanjima. Prikupljeni podaci su analizirani najvećim dijelom metodama deskriptivne statistike koristeći softverski paket SPSS.

## Rezultati i rasprava

Ispitivanje stavova o poslovnom okruženju i položaju u marketinškom lancu je provedeno uporabom tvrdnji koje su ocjenjivane na ljestvici od 1 do 5. Jedinica je značila „potpuno nevažno“ ili „ne slažem se“ dok je petica značila „jako važno“ ili „potpuno se slažem“. Ocjena obujma proizvodnje i prodaje israđena je kroz ocenjivanje trendova.

<sup>9</sup> Administrativno posmatrano Pešter obuhvata opštinu Sjenica i deo opštine Tutin, ali se proizvodi označavaju kao sjenički iako mogu poticati i sa dela teritorije druge opštine. Kada govorimo o sjeničkom siru u ovom radu pre svega mislimo na geografski pojam Pešter.

<sup>10</sup> Procena izvršena na osnovu informacija dobijenih od dipl. ing. stočarstva Fajik Graca; gracafajik@yahoo.com; kontakt telefon +381 63 478 222

<sup>11</sup> Isto kao i fusnota 2



### Ambijent za poslovanje

Ocjena relativnog značaja izabranih problema proizvođača je prikazana u tablici 1.

Tablica 1: Rangiranje stavova proizvođača u vezi poslovnog okruženja

	MEAN	SD
A Visoke cijene mlijeka	3,50	1,05
B Nedostatak vode	3,67	0,82
C Visoka cijena inputa u proizvodnji	3,83	0,75
D Odgođeno plaćanje prodanih proizvoda	4,00	0,00
E Promjena cijena proizvoda tijekom godine	4,00	0,63
F Postizanje zahtijevane kvalitete i zdravstvene sigurnosti proizvoda	3,83	0,75
G Kamate na kredite i dobijanje kredita od strane banaka	4,17	1,17
H Troškovi dodatne, povremene radne snage	2,50	1,05
I Komunikacija s Ministarstvom poljoprivrede	4,00	0,63
J Komunikacija sa znanstvenim ustanovama, savjetodavnom službom, dolaženje do informacija	4,20	0,45
K Poštivanje dogovora od strane kupaca	4,50	0,55
L Pregovaranje s kupcima	4,33	0,52
M Dobivanje subvencija je zbog ograničenih sredstava dosta teško	4,17	0,41

Izvor: Anketno istraživanje

Iz tablice 1 se vidi da osim dodatne i povremene radne snage, svi ostali problemi su ocijenjeni ocjenom većom od tri. Za proizvođače najveći problem predstavlja trgovina proizvodima pošto se uglavnom slažu s tvrdnjama u vezi trgovine (tvrdnje D, E, K, L). Osim toga, niske standardne devijacije nam ukazuju na to da su ispitanici jedinstveni u stavovima u vezi trgovine proizvodima.

Ovo je rezultat činjenice da proizvođači imaju male kapacitete za proizvodnju i malu pregovaračku moć. Trgovci im po svojoj prilici nameću nepovoljne uvjete, a vlastitim obvezama ne poklanjaju dovoljno pažnje. Proizvođači problem komunikacije sa znanstvenim ustanovama takođe ocjenjuju visoko (4,20), što govori da istraživanja i komunikacija znanstvenih institucija s proizvođačima nije najbolja. Problem visokih troškova kamata i ograničene mogućnosti dobivanja subvencija su visoko vrednovani s ocjenom od 4,17 što odražava stanje skupog kapitala. Najmanji problem predstavljaju troškovi dodatne i povremene radne snage, na osnovu čega se ne može zaključiti da on ne postoji, već samo da je u odnosu na ostale probleme relativno manje izražen.

Proizvođači smatraju da je dokumentacija za dobijanje državnih subvencija obimna i nerazumljiva, pošto se anketirani slažu sa navedenom tvrdnjom (4,33) kao i da se subvencije ne koriste na najbolji način (4,00). Ovi rezultati govore da su administrativne procedure za dobivanje subvencija komplicirane i da postoji nenamjenska uporaba sredstava. Osim toga, rezultat upućuje na zaključak da alokacija državne pomoći poljoprivredi nije najbolja i da treba ispitati efikasnost transfera kako bi se dobili najbolji ekonomski efekti. Ispitanici se uopće ne slažu s tvrdnjom "Državna regulativa je pregledna i jednostavna" (ocena 1,67).

Posebno je jasan stav ispitanika u svezi jednakog tretmana svih proizvođača, pošto smatraju da ne postoji isti tretman. Ovaj rezultat je od posebne važnosti jer u budućim postupcima zaštite zemljopisnog podrijetla može stvoriti značajne negativne posljedice, naročito u pogledu zaštite od potencijalne zlouporabe zemljopisnih oznaka na domaćem tržištu.

### Položaj u marketinškom lancu

U pogledu nabavke svježeg mlijeka je interesantno da je u prosjeku svaki prerađivač imao 78 dobavljača u 2008. godini, da bi se dve godine kasnije prosjek povećao na 96. Niti jedan proizvođač nema vlastitu farmu za proizvodnju mlijeka. Osim toga u regiji ne postoji veća privatna niti farma s drugačijim vlasništvom. Povećanje broja dobavljača govori o tome da su mala gospodarstva našla interes da prodaju svježe mlijeko, a ne da prerađuju mlijeko u kućnoj radinosti i prodaju mliječne proizvode. Najzad, mljekare su navele da su u razdoblju 2006-2010. u odnosu na 2005. godinu povećale obujam prerade mlijeka. Povećanje broja dobavljača govori o tome da u proizvodnji sirovog mlijeka ne dolazi do značajnijih strukturnih promjena na Pešteri.

U pogledu kvaliteta isporučenog mlijeka mljekare smatraju da plaćanje prema kvaliteti doprinosi povećanju kvalitete sirovog mlijeka, kao i da su dobavljači zainteresirani za ovaj vid plaćanja. Ovo je značajan nalaz u

svezi zaštite zemljopisnog podrijetla, kada je kvaliteta proizvoda u pitanju. Prerađivači mlijeka su naveli da se bave proizvodnjom svežeg mlijeka, sjeničkog sira, jogurta, kao i ostalih mliječnih proizvoda. Jedino je obujam prodaje sjeničkog sira povećan, dok je obujam prodaje ostalih proizvoda ostao isti. Ovo govori o tome da postoji potražnja za ovim proizvodom i da zaštita zemljopisnog podrijetla može povećati dodatu vrijednost.

U marketinškom lancu od prerađivača ka krajnjim potrošačima, najviše su zastupljene samostalne trgovinske radnje (40%), a zatim hipermarketi i supermarketi (32%), i najzad kiosci brze hrane (14%). Pekare imaju udio od 7%, isto koliko zajedno hoteli, restorani i bolnice. U vertikalnom marketinškom lancu najvažniju ulogu ima prodaja na veliko i distributeri s udjelom od 36%, zatim izravno prodaja 29%, i, najzad maloprodaja 24%. Ovaj nalaz upućuje na postojanje dobre komercijalne službe kod prerađivača mlijeka. U prosjeku prerađivači mlijeka imaju osam kupaca za sjenički sir, a za sve ostale proizvode jedanaest, pri čemu kupci zahtijevaju kvalitetne proizvode. Njegovanje kupaca je vrlo važno i tome prerađivači posvećuju značajnu pažnju. Ipak, kupci ne poštuju uvijek dogovore postignute usmeno ili u pisanom obliku, ne poštuju uvijek rokove preuzimanja i plaćanja robe. Prerađivači smatraju da postoji nelojalna konkurencija i da država ovu pojavu ne sankcionira dovoljno efikasno. Razlozi postojanja nelojalne konkurencije su institucionalna rješenja u smislu nepreciznosti i nejasnoće propisa, kao i u postojanju mnoštva nepotrebnih a često i kontradiktornih propisa koji su prepreka efikasnom poslovanju.

#### Očekivanja proizvođača

U narednom razdoblju od 10 do 15 godina proizvođači smatraju da će njihove firme povećati obujam proizvodnje i da će od ukupnog broja proizvođača nekih 75% ostati u proizvodnji, dok će ostatak od 25% napustiti proizvodnju.

#### Zaključak

Istraživanje je pokazalo da proizvođači mlijeka i mliječnih proizvoda sa Pešteri kvalitetu poslovnog okruženja ocjenjuju kao nepovoljanu i smatraju da država ne tretira jednako sve proizvođače. U vertikalnom lancu proizvođači su u podređenom položaju u odnosu na trgovce koji im nameću pravila poslovanja, a istih se najčešće ne pridržavaju. Najveći problem im predstavljaju odgođeni rokovi plaćanja. Poseban problem predstavlja nelojalna konkurencija koju država ne sankcionira dovoljno efikasno. Stvaranju nelojalne konkurencije doprinose nejasni propisi, a postoji ih mnoštvo nepotrebnih i kontradiktornih. Proizvođači očekuju da će u narednom razdoblju povećati obujam proizvodnje ali takođe da će i tri četvrtine proizvođača opstati dok će ostatak izaći iz branše. Prodaja najvažnijeg proizvoda, sjeničkog sira, ima stabilan trend i zaštitom zemljopisnog podrijetla može se povećati njegova komercijalna vrijednost.

#### Literatura

Anketno istraživanje u okviru projekta Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije. Projekat broj III 46001: Razvoj i primena novih i tradicionalnih tehnologija u proizvodnji konkurentnih prehrambenih proizvoda sa dodatom vrednošću za evropsko i svetsko tržište - stvorimo bogatstvo iz bogatstva Srbije. Period projekta 2011- 2014. godine.

Bogdanov, N., Zarić, V. (2009): Mapping of products that can be competitively produced by cooperatives in Serbia”, interni dokument.

Ekspertska procena Fajik Graca, gracafajik@yahoo.com

Mesić, Ž., Cerjak, M., Kovačić, D. (2010): Stavovi proizvođača pašskog sira o zemljopisnim oznakama. 45. hrvatski i 5. međunarodni simpozij agronoma. Str. 283-287.

#### Zahvala

Ova rad je rezultat istraživanja koje financira Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije. Projekat broj III 46001: Razvoj i primena novih i tradicionalnih tehnologija u proizvodnji konkurentnih prehrambenih proizvoda sa dodatom vrednošću za evropsko i svetsko tržište - stvorimo bogatstvo iz bogatstva Srbije. Razdoblje projekta 2011- 2014. godine.

sa2012\_0220

# Značajke agroturističke potražnje u odabranim županijama Hrvatske

Magdalena ZRAKIĆ<sup>1</sup>, Ivo GRGIĆ<sup>1</sup>, Gordana ŽUPANAC<sup>2</sup>, Josip GUGIĆ<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska  
(e-mail: mZRakic@agr.hr)

<sup>2</sup> Zagrebačka Županija, Upravni odjel za poljoprivredu, ruralni razvitak i šumarstvo 10000 Zagreb, Hrvatska

<sup>3</sup> Veleučilište „Marko Marulić“ Knin, 22 300 Knin, Hrvatska

## Sažetak

Značajno obilježje ruralnog prostora Hrvatske je proces depopulacije. Posljedica je to mnoštva čimbenika od kojih su najznačajniji nedovoljna gospodarska aktivnost te generiranje prosječno sve manjih dohodaka od poljoprivrede. Agroturizam kao specifičan oblik organiziranja ugostiteljsko-turističke djelatnosti unutar obiteljskog poljoprivrednog gospodarstva jedan je od mogućih načina revitalizacije seoskog prostora i kapitalizacije proizvoda i kulture. Nositelji agroturizma u Republici Hrvatskoj su obiteljska poljoprivredna gospodarstva. U radu se istražuje agroturistička potražnja na području Istarske, Međimurske, Koprivničko-križevačke i Zagrebačke županije. Anketirano je 218 slučajno odabranih osoba za vrijeme njihova posjeta agroturističkom gospodarstvu. Anketirani su dobrim procijenili smještaj, hranu, gostoljubivost domaćina te krajobraz kod posjećenih destinacija domicilne županije, ali su istakli i nedostatak drugih sadržaja kao što su sport i kultura. Kvaliteta ponude, prema anketiranim, je viša u Istarskoj i Zagrebačkoj u odnosu na Međimursku i Koprivničko-križevačku županiju. Ne postoje značajnije razlike u stavovima prema agroturističkoj ponudi s obzirom na dob, spol, školsku spremu, dohodak i županijsku pripadnost.

Ključne riječi: agroturizam, potražnja, županije, Hrvatska

## The characteristics of agritourism demand in selected Croatian counties

### Abstract

The main characteristic of Croatian rural area is a process of depopulation. This is result of many factors, most notably are: lack of economic activity and generate of a smaller incomes from agriculture. Agritourism is a specific form of organizing hospitality and tourism activities; within the family farm makes possible ways to revitalize rural areas and to capitalize the products and the culture. Family farms are agritourism holders in Croatia. The paper examines the demand of agritourism in Istria County, Međimurje County, Koprivnica-Križevci County and Zagreb County. 218 randomly selected persons were surveyed during their visit to the agritourisms. Respondents estimated accommodation, food, hospitality and the environment of the visited destination for well, but they pointed out the lack of other facilities such as sports and culture. The quality of supply, according to respondents, is higher in Istria and Zagreb County in relation to Međimurje and Koprivnica-Križevci County. There are no significant differences in attitudes toward agritourism offer according to the characteristics of respondents (age, gender, education, income and county affiliation).

Key words: agritourism, demand, counties, Croatia

## Uvod

Agroturizam kao koncept izaziva mnoge polemike u literaturi i javnosti glede definicije, ali za mnoge je on „interakcija između poljoprivrede i turizma kao djelatnosti na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu“ (Blacka et al., 2001., Caballe, 1999, Przezborska, 2003.). On podrazumijeva prilagodbu poslovanja obiteljskih gospodarstava uvođenjem smještaja, noćenja sa doručkom, organiziranjem kampova, organiziranjem radova ili logorovanja na obiteljskim gospodarstvima (Libery, B.W. 1991).

Agroturizam se prvo razvija u gospodarski visoko razvijenim zemljama Europe, zatim u Australiji te na zapadnoj obali i sjeveroistoku SAD-a (Ou i Shih, 2002). Rast potražnje na tim tržištima za agroturističkom ponudom je zbog kombinacije dva istodobna trenda: smanjenja poljoprivredne proizvodnje s jedne strane te rasta tržišta potražnje za odmorom u prirodi i seoskim sredinama s druge. Agroturizam se zasniva na prirodnim resursima i vrlo često se promovira kao održivi način razvoja seoskih zajednica.

Rast potražnje za ovim oblikom turizma bilježimo i u Hrvatskoj. Za Hrvatsku je agroturizam posebno značajan za kontinentalne krajeve koji nisu tradicionalno turistički, a raspolažu bogatim prirodnim i kulturnim resursima za njegov razvoj. Unatoč tome često se postavlja pitanje: čemu ruralni turizam odnosno agroturizam u Hrvatskoj? Naime, udio agroturizma u svjetskoj turističkoj „industriji“ je 25%, dok je udio ukupnog ruralnog turizma u Hrvatskoj manji od 1%. Više je razloga ovakvog nesrazmjera. Tako Krajnović i sur. (2011) kao probleme razvoja agroturizma navode slabu ekonomsku snagu obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava, kojima je u kombiniranoj ekonomiji paralelnog bavljenja poljoprivredom i turizmom vrlo teško postići pozitivan ukupan financijski rezultat. Nadalje, prisutan je i problem nedovoljnih i/ili neadekvatnih financijskih poticaja od strane javnog sektora, neprepoznavanje agroturizma kao oblika turizma koji dodaje vrijednost turističkoj destinaciji. Značajan problem su i neadekvatni zakoni koji tretiraju problematiku ruralnog turizma, a prisutna je i vrlo loša ili neadekvatna marketinška aktivnost objedinjenih poslovnih jedinica (obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava u agroturizmu) i slično.

Na agroturističku potražnju djeluje mnoštvo čimbenika kako sa strane potražnje tako i sa strane ponude. Sa aspekta potražnje to je broj stanovnika, njihove preferencije, poznavanje ponude, dohodak itd., a sa strane ponude udaljenost odredišta, raznovrsnost ponude, cijena proizvoda, gostoljubivost domaćina, ugođaj itd.

Stanovnici Hrvatske u prosjeku rijetko posjećuju agroturističke destinacije te kao razlog najčešće navode nezainteresiranost, neinformiranost, te manjak ponude (Grgić 2008).

Kao vrela informacija o agroturističkoj ponudi najčešće koriste usmenu predaju, prospekte te u novije doba internet stranice (Franić i Cunj 2007).

## Materijal i metode

Istraživanje je provedeno u svibnju 2011. godine u Istarskoj, Zagrebačkoj, Međimurskoj i Koprivničko-križevačkoj županiji. Odabrane županije se značajno razlikuju u mnogim obilježjima (površina teritorija, broj stanovnika, ekonomska struktura i razvijenost, razina i struktura poljoprivredne proizvodnje, broj obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava i sl.) ali sa sličnim problemima agroturističke ponude (kvaliteta ponude, cijena proizvoda, prepoznatljivost agroturističke ponude itd.). U istraživanju je korištena posebno dizajnirana anketa sa 18 pitanja zatvorenog i otvorenog tipa te Likertova skala.

Odabir agroturističkih gospodarstava je bio namjeren i ukupno ih je bilo deset (u Istarskoj i Zagrebačkoj županiji po tri te u Koprivničko-križevačkoj i Međimurskoj po dva gospodarstva).

Ukupno je anketirano 218 osoba (u Istarskoj 60, Zagrebačkoj 60, Međimurskoj 34 te Koprivničko-križevačkoj 64). Anketirani su morali zadovoljiti kriterij punoljetnosti (stariji od 18 godina) i da ne pripadaju istom domaćinstvu.

Veza između određenih obilježja ispitanika (dob, spol, broj članova kućanstva, stupanj obrazovanja, mjesečni financijski prihod kućanstva, te županija u kojoj žive) i nekih stavova o agroturizmu ispitana je pomoću hi-kvadrat ( $\chi^2$ ) testa i jedno varijantne analize varijance (ANOVA). Dobiveni rezultati su prikazani tabelarno. Analize su rađene na razini značajnosti od 10 %, a statistička obrada pomoću SPSS (Statistical Program for Social Sciences 17.0).

## Rezultati i rasprava

Ne postoje značajnije socioekonomske razlike između ispitanika po županijama. Ukupno, najveći dio ispitanika bio je zrelije dobi (68,3% od 31 do 60 godina), nešto više muških (55,5%) nego ženskih. Preko polovice (55,5%) ih dolazi iz kućanstava od 1 do 3 člana, a isti postotak ih je iz dohodovnog razreda kućanstva do 10 tisuća kuna. Relativno najveći dio ih je sa završenom srednjom školom (45,8%).

Ispitanici tijekom godine koriste razne vrste odmora pri čemu je ljetovanje najznačajnije (68,8% ispitanika), zatim kratki izleti (55%), agroturizam (27,1%) te zimovanje (22,9%).

Broj agroturističkih gospodarstava i njihova ponuda se povećava u posljednjih pet godina. Istodobno značajan dio ispitanika smatra da je došlo i do porasta agroturističke potražnje sa značajnim razlikama po županijama (83% u Istarskoj, 76% u Zagrebačkoj, 57% u Koprivničko-križevačkoj te 38% u Međimurskoj županiji).

Hrvatska je zemlja razvijenog maritivnog turizma pa se godišnji odmor najčešće poistovjećuje sa ljetovanjem i boravkom na moru. Ipak veliki dio ispitanika (76 %) bi svoj godišnji odmor provela na agroturističkom gospodarstvu, manji dio vjerojatno ne bi (16 %) te 8% ih ne zna.

Tablica 1. Odluka da bi godišnji odmor proveli na agroturističkom gospodarstvu

		Sigurno bi	Vjerojatno bi	Vjerojatno ne bi	Sigurno ne bi	Ne zna	$\chi^2$	p
Spol N=218	Muški	17,0	22,9	7,8	1,8	6,0	5,191	0,268
	Ženski	18,3	17,9	5,5	0,9	1,8		
Dob N=218	18-30	6,9	6,9	3,2	0,5	0,0	10,242	0,248
	31-60	23,4	26,1	9,6	2,3	6,9		
	Preko 60	5,0	7,8	0,5	0,0	0,9		
Mjesečni primitak kućanstva N= 217	Do 8000kn	10,1	12,9	3,7	1,4	4,1	20,713	0,190
	8001-10000kn	11,5	7,4	3,7	0,0	0,5		
	10001-15000kn	8,3	10,1	3,7	1,4	2,8		
	15001-20000kn	1,8	5,5	0,9	0,0	0,0		
	Preko 20001kn	3,7	5,1	0,9	0,0	0,5		
Školska sprema N=218	Bez škole	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	25,990	0,166
	Osnovna škola	1,4	1,8	0,5	0,0	1,4		
	Srednja trogodišnja škola	5,5	5,5	0,5	0,0	0,5		
	Srednja četverogodišnja škola	11,0	15,1	5,5	0,5	1,8		
	Viša škola	7,8	7,3	1,4	0,0	0,5		
Županija N=218	Fakultet	9,2	10,6	5,5	2,3	3,7	17,293	0,139
	Istarska	8,7	10,6	5,0	1,4	1,8		
	Zagrebačka	11,0	9,2	4,1	1,4	1,8		
	Koprivničko-križevačka	10,6	11,5	3,7	0,0	3,7		
Međimurska	5,0	9,6	0,5	0,0	0,5			

Izvor: Anketa

Ne postoji statistički značajnija razlika kod anketiranih u želji za provođenjem godišnjeg odmora na agroturističkom gospodarstvu s obzirom na spol ( $\chi^2$  - 5,191; P - 0,268), dob ( $\chi^2$  - 10,242; P - 0,248), mjesečni primitak kućanstva ( $\chi^2$  - 20,713; P - 0,190), školsku spremu ( $\chi^2$  - 25,990; P - 0,166) te županijsku pripadnost ( $\chi^2$  - 17,293; P - 0,139).

Zbog nejednolikog gospodarskog razvoja pojedinih županija i ponuda agroturističkih usluga županija je raznolika. Također, postoji značajna interakcija između kvalitete agroturističke ponude i zadovoljstva korisnika odnosno agroturista. Ispitanici agroturističku ponudu Istarske i Zagrebačke županije ocjenjuju dobrom, manje zadovoljavajuće ponudu Međimurske te u prosjeku skromnom Koprivničko-križevačke županije. To se ponajviše odnosi na uređenost okoliša, hranu, smještaj, gostoljubivost domaćina te prirodu.

Tablica 2. Prosječna ocjena nekih elemenata posjećenih agroturističkih gospodarstava po županijama (1 – jako loše, 5 – jako dobro)

	Istarska	Koprivničko - križevačka	Međimurska	Zagrebačka	F	Sig.
Smještaj	4,00	2,98	3,53	4,17	24,315	0,000
Hrana	4,35	3,70	4,35	4,43	10,093	0,000
Priroda	5,00	4,25	4,38	4,53	2,431	0,066
Uređen okoliš	4,20	3,69	4,21	4,32	7,564	0,000
Gostoljubivost domaćina	4,38	4,02	4,32	4,33	2,641	0,050
Mogućnost bavljenja sportom	3,13	2,92	3,65	3,13	3,709	0,012
Kulturne manifestacije	3,08	2,80	3,29	2,82	2,536	0,058

Izvor: Anketa

Elementi kojima su ispitanici manje zadovoljni uglavnom se odnose na ponudu dodatnih sadržaja kao što su kulturne manifestacije i mogućnosti bavljenja sportom.

Statistički su značajne razlike po županijama u ocjeni elemenata usluga koje se nude na agroturističkim gospodarstvima i to kod: smještaja (F-24,315, sig.-0,000), hrane (F-10,093, sig.-0,000), prirode (F-2,431, sig.-0,066), uređenosti okoliša (F-7,564, sig.-0,000), gostoljubivosti domaćina (F-2,641, sig.-0,050), mogućnosti bavljenja sportom (F-3,709, sig.-0,012) te kulturnih manifestacija (F-2,536, sig.-0,058).

Značajan problem je učestalost/stalnost posjete agroturističkim gospodarstvima tijekom godine odnosno tjedna, zatim dužina posjeta (broj dana), a neznatan je problem udaljenost destinacije od korisnika.

Istraživanje je pokazalo da korisnici usluge koriste u svim godišnjim dobima gotovo podjednako.

Više od dvije trećine (69,9%) ispitanika preferira jednodnevne izlete, nešto manje (25,2%) posjete vikendom, znatno manje do 5 dana (3,2%), a najmanje posjete više od 5 dana (1,7%).

Skoro polovica (46,3%) ispitanika spremna je voziti između pola sata i sat vremena do agroturističkog gospodarstva, a trećini ispitanika (31,7 %) udaljenost nije važna.

Ne postoje statistički značajne razlike između obilježja ispitanika i danih odgovora.

### Zaključci

U istraživanju su utvrđene sličnosti i različitosti agroturističke potražnje u istraživanim županijama. Ispitanici smatraju da su smještaj, hrana, gostoljubivost domaćina, uređen okoliš te priroda na zadovoljavajućoj razini, ali je nedostatna ponuda drugih sadržaja kao što su sport i kultura. Različitosti kod potražnje u značajnoj mjeri su pod utjecajem nejednake razvijenosti agroturističke ponude.

Nisu ustanovljene statistički značajnije razlike u stavovima prema agroturističkoj ponudi s obzirom na dob, spol, školsku spremu, dohodak i županijsku pripadnost ispitanika (agroturista).

### Literatura

- Blacka A., Couture C., Coale C., Dooley J., Hankins A., Lastovica A., Mihalik B., Reed C., Uysal M. (2001): Agritourism, Extension Publication, No. 310 (003)
- Caballe A. (1999): Farm tourism in Spain: a gender perspective, *GeoJournal*, 48(3): 245- 252
- Clarke, J. (1999): Marketing structures for farm tourism: Beyond the individual provider of rural tourism, *Journal of Sustainable Tourism*, vol 7. No.1, pp. 26 – 47
- Franić, R., Cunj, L. (2007): Društveno-gospodarski preduvjeti razvitka agroturizma u Zagrebačkoj županiji, *Agromoski glasnik (0002-1954)*, 5; 381-400
- Grgić, I. i sur. (2008): Razvitak agroturizma na području grada Zagreba i okolice, studija, Grad Zagreb
- Krajnović A., Čičin Šain D., Predovan M. (2011): Strateško upravljanje razvojem ruralnog turizma-problemi i smjernice, *Oeconomica Jadertina*, 1: 30-45
- Ou F.O, Shih A. (2004): A framework for ecotourism and agritourism development, *Proceedings of IUCN/WCPA-EA-4, Taipei Conference, march, Taipei, Taiwan*

## The characteristics of agritourism demand in selected Croatian counties

Przezborska L. (2003): Relationships between rural tourism and agrarian restructuring in a ransitional economy in *New directions of rural tourism*, Aldershot, Ashgate.

Skillman L. (2003): *Lok At Assets When Considering Agritourism*, Unversity of Kenucky News VII, Lexington, USA

Wicks B.E., Merrett C.D. (2003): *Agritourism: An Economic Opportunity for Ilinois*, Rural Research Report, Spring, Vol. 14, Issue 9

**sa2012\_0221**

# Susjedstvo u ruralnim zajednicama

Đurđica ŽUTINIĆ, Nataša BOKAN

Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska  
(e-mail: dzutinic@agr.hr)

## Sažetak

U radu se iznose rezultati anketnog istraživanja o subjektivnom doživljaju međususjedskih odnosa u ruralnim zajednicama. Istraživanje je provedeno na uzorku od 927 ispitanika, prostorno raspoređenih u 120 seoskih naselja. Cilj je istraživanja ustanoviti jesu li prosudbe o međususjedskim odnosima povezane sa sociodemografskim obilježjima ispitanika. Polazimo od hipoteze da veličina ruralne zajednice (sela) utječe na subjektivnu ocjenu susjedskih odnosa. Analiza je pokazala da većina anketiranih (52,7%) ocjenjuje međususjedске odnose jako dobrima ili dobrima. Ustanovljene su statistički značajne razlike u ocjeni međususjedskih odnosa između starosjedioca i doseljenika i veličine naselja.

Ključne riječi: susjedstvo, međususjedski odnosi, ruralne zajednice

## Neighborhood in rural communities

### Abstract

The paper presents the research results regarding perception of neighborly relationships, conducted on 927 respondents in 120 rural communities in Croatia. The objective was to determine correlation between socio-demographic variables and the perception of neighborhoods, presuming that the size of rural community determines the perception of neighborly relationships. The analysis has shown that the majority of 52,7% perceive neighborly relations as (very) good, while there is statistically significant difference in perception of neighborly relationships between old-timers and immigrants and size of the community, meaning the immigrants and residents of smaller communities perceive the neighborly relationships as poor.

Key words: neighborhood, neighborly relationships, rural community

### Uvod

U znanstvenoj literaturi 'susjedstvo' se najopćenitije određuje kao specifična prostorna jedinica koja ima neke zajedničke (prostorne, ambijentalne, socijalne, ekološke) karakteristike po kojima se razlikuje od drugih susjedstava (Lebel i sur., 2007). U sociološkom značenju fizička blizina je samo prostorna pretpostavka susjedstva dok njegovu društvenu komponentu određuju međusobne društvene interakcije radi zadovoljavanja nekih zajedničkih interesa. Prema Zvonareviću susjedstvo se javlja kao svojevrsni „socijalni ambijent koji u svojim okvirima stvara određenu socijalnu klimu – u ponašanjima, shvaćanjima, kontaktima i drugim aktivnostima svojih pripadnika i time daje podstrek jednima, a koči druge aktivnosti... No bitno je da stanovnici susjedstva pokazuju neke zajedničke crte, odnosno neki relativno specifičan socijalni mentalitet." (Zvonarević, 1985:212).

Prema razvijenosti društvenih dodira i veza možemo razlikovati *prostorno (rezidencijalno) i socijalno susjedstvo*. Prostorno ili rezidencijalno susjedstvo određuje bliskost stanovanja na određenom geografskom prostoru (blokovi kuća, ulica, kvart..), ali ljudi koji na njemu obitavaju ne moraju se međusobno poznavati, društveni dodiri su rijetki i ako postoje formalnog i funkcionalnog su karaktera (*place-oriented components*). Suprotno tome *socijalno susjedstvo* obilježava svakodnevne društvene interakcije 'licem u lice', odnosno



društveni odnosi među mještanima su prisniji i česti (*people-oriented components*). Uz obitelj, socijalno susjedstvo ima obilježje primarne mreže društvenih odnosa, koji se ostvaruju u prostorno manjim lokalnim zajednicama (najčešće u ruralnim sredinama).<sup>12</sup>

U znanstvenom diskursu, susjedstvo se povezuje i s konceptom socijalnog kapitala. Pri tome se susjedstvo (ili susjedski potencijal) razmatra kao "mjesto integrativnih društvenih mreža i solidarnosti" (Ray, 2006:413). Kao integrativni čimbenici susjedskog potencijala spominju se stabilnost, integriranost osobe ili grupe u zajednicu, povjerenje i solidarnost. Stoga su u novije vrijeme znanstvenici sve više zainteresirani da definiraju susjedstvo u smislu društvenih mreža koje se stvaraju interakcijom među susjedima i obrazaca „uličnog“ ponašanja (*street patterns*) unutar fizičke granice koja determinira susjedstvo (Sampson i sur., 2002).

Sampson i sur. (2002) su identificirali četiri osnovna mehanizma susjedskog učinka na dobrobit ili blagostanje lokalne zajednice. Prvi oslikava razinu i „gustoću“ društvenih veza i interakcija među susjedima uključujući učestalost socijalnih dodira i susjedske obrasce ponašanja koji rezultiraju različitim društvenim odnosima. Kao drugi mehanizam navode 'zajedničko djelovanje' (*collective efficacy*), koji pokazuje spremnost stanovnika da interveniraju za opće dobro zajednice, a temelji se na međusobnom povjerenju i zajedničkim očekivanjima. Treći uključuje institucionalne resurse, odnosno kvalitetu, količinu i raznolikost institucija u zajednici koje se bave potrebama ljudi (knjižnice, škole, dječji vrtići i sl.). Četvrti govori o korištenju (javnog) prostora i razdiobi svakodnevnih rutinskih aktivnosti (*daily routine activities*) koje pokazuju kako i kada susjedi međusobno kontaktiraju.

Društveni procesi i aktivnosti kojima je izloženo susjedstvo znatno utječu na osjećaj zadovoljstva, odnosno na osobnu percepciju o susjedstvu u kojem se živi. Sirgy i Cornwell (2002) spominju tri grupe faktora koji utječu na percepciju susjedstva: (a) značajke fizičkog prostora, (b) društvena obilježja i (c) ekonomska obilježja. Fizičke značajke prostora uključuju krajolik, održavanje stanova/kuća i dvorišta, uličnu rasvjetu, učinak i razinu buke, blizinu potrebnih društvenih sadržaja i kvalitetu okoliša u susjedstvu. Društvene značajke obuhvaćaju socijalne interakcije i društvene veze sa susjedima, etničke i kulturološke veze, stupanj izloženosti susjedstva devijantnim ponašanjima (kriminal, droga i sl.), mogućnosti korištenja javnog prostora za međusobne kontakte i osjećaj privatnosti u vlastitom domu. Ekonomske značajke uključuju vrijednost stanova/kuća, troškove života, socioekonomski status pojedinaca i obitelji i mogućnosti za poboljšanje materijalnih uvjeta života u susjedstvu.

Empirijska istraživanja o subjektivnom doživljaju susjedstva (poglavito u urbanim sredinama) u kontekstu raznih društvenih problema, predmetom su interesa znanstvenika različitih disciplina (vidi: Sampson i sur. (2002); Ghorbanian, 2011). Vrlo je malo istraživanja koja propituju doživljaj međususjedskih odnosa na individualnoj razini i ostale komponente društvenih interakcija među susjedima (povjerenje, zajedničko djelovanje i grupna participacija, reprocitet i sl.) (Subramanian i sur. 2003).

Ranija istraživanja o doživljaju susjedstva u urbanim i ruralnim zajednicama, pokazala su da ruralni stanovnici vide svoje susjedstvo mnogo pozitivnije u odnosu na urbano stanovništvo (Haney i Knowles (1978). U nas takvih istraživanja gotovo da i nema.<sup>13</sup>

U ovom smo radu pokušali sublimirati kako žitelji hrvatskog sela doživljavaju među-susjedske odnose u svojim lokalnim zajednicama. Kako se radi tek o fragmentarnom pristupu zahvaćanja društvenog fenomena 'susjedstva' kao potencijalno (de)integrativnog čimbenika socijalnog kapitala unutar ruralnih zajednica, što zasigurno traži kompleksniji pristup i analizu, stoga su predočeni rezultati u ovom prilogu više eksplorativne naravi.

Cilj je istraživanja bio ustanoviti jesu li subjektivne prosudbe o međususjedskim odnosima povezane sa osnovnim sociodemografskim obilježjima i rezidencijalnim statusom ispitanika. U radu se polazi od pretpostavke da veličina ruralne zajednice (sela) iz koje ispitanici dolaze, determinira subjektivni doživljaj međususjedskih odnosa.

### Materijal i metode

Analiza se temelji na podacima prikupljenima istraživanjem socioekonomskih čimbenika pokretljivosti stanovništva na ruralnom području Hrvatske, koje je provedeno u prosincu 2006. i siječnju 2007. god., na

<sup>12</sup> Blowers (1973) razlikuje 6 tipova susjedstva: arbitrarno, fizičko, homogeno, funkcionalno, a kao šesti tip navodi 'susjedsku zajednicu' koju vidi kao „tijesno isprepletenu, socijalno homogenu i prostorno određenu grupu s primarnim društvenim vezama“ (Blowers, 1973:60).

<sup>13</sup> Vrijedno pozornosti je recentno istraživanje Babića (2000) koji istražuje susjedstvo i prijateljstvo povratnika i useljenika u predratnom i poslijeratnom razdoblju, na primjeru sela Brodsko-posavske županije.

višeetapnom stratificiranom uzorku seoskog stanovništva u 120 seoskih naselja (Grgić i sur., 2007.) Uzorak je obuhvatio 927 ispitanika.<sup>14</sup>

Kao zavisna varijabla u analizu je uključeno pitanje o međususjedskim odnosima i set nezavisnih varijabli - spol, dob, naobrazba, zanimanje, rezidencijalni status ispitanika i obilježje kućanstva prema posjedovanju poljoprivrednog imanja.

Radi testiranja hipoteze, istraživana naselja su prema broju stanovnika (Popis stanovništva 2001.) grupirana u četiri veličinske grupe: I- mala sela do 200 stanovnika, II- srednja sela od 201-400 stanovnika, III- srednje velika sela od 401- 1000 stanovnika i IV- velika sela s više od 1000 stanovnika.

Statistička analiza podataka provedena je na univarijatnoj (frekvencije, postoci, aritmetička sredina) i bivarijatnoj razini - pomoću  $h^2$ -testa uz toleranciju moguće pogreške od 5% ( $p < 0,05$ ). U obradi podataka koristio se programski paket SPSS-17.

## Rezultati i rasprava

### Utjecaj sociodemografskih obilježja ispitanika na prosudbu međususjedskih odnosa

Međususjedske odnose u svojim lokalnim zajednicama ispitanici su prosuđivali kroz prizmu tri "atributa" susjedstva: učestalost kontakata sa susjedima, uzajamno pomaganje i snošljivost. Zbirna ocjena međususjedskih odnosa na razini cjelokupnog uzorka, prikazana je u tablici 1. Više od polovice anketiranih (52,7%) susjedske odnose ocjenjuje odličnim i dobrim, što pokazuje da se susjedstvo kao primarna socijalna mreža u velikoj mjeri održala u svakodnevici seoskog života.

Tablica 1. Ocjena međususjedskih odnosa u selu

Ocjena	f	%
Jako loši (1)	50	5,4
Loši (2)	93	10,0
Ni dobri ni loši (3)	295	31,8
Dobri (4)	319	34,4
Jako dobri (5)	170	18,3
Ukupno	927	100,0

Izvor: Anketa

Tablica 2. Razlike u sociodemografskim obilježima prema ocjeni međususjedskih odnosa

Obilježje	f	%	Ocjena međususjedskih odnosa – srednja vrijednost	Vrijednost $h^2$ - testa	Signifikantnost (p)	
Spol	Muškarci	461	47,7	3,44	10,89	0,06
	Žene	466	50,3	3,56		
Dob	25-35	541	58,4	3,54	5,17	0,27
	36 i više	386	41,6	3,46		
Naobrazba	1-7 razreda i osnovna škola	140	15,1	3,45	6,54	0,58
	Srednja škola	691	74,5	3,51		
	Viša škola i fakultet	96	10,4	3,51		
Radni status	Zaposlenik/ca	486	52,4	3,01	10,02	0,06
	Poljoprivrednik/ca	140	15,1	3,51		
	Ostalo (nezaposleni, studenti, umirovljenici)	301	32,5	3,53		
Rezidencijalni status	Starosjedilac	674	72,7	3,58	22,62	0,00
	Doseljenik/ca	253	27,3	3,48		
Kućanstvo s /bez zemljišta	Ima poljoprivredno imanje	513	55,3	3,54	4,51	0,34
	Nema poljoprivredno imanje	414	44,7	3,46		

Izvor: Anketa

<sup>14</sup> Postupak determiniranja uzorka detaljno je opisan u studiji Grgić i sur. (2010)

Bivarijatna analiza je pokazala (tablica 2) da na većini sociodemografskih obilježja ispitanika, nema statistički značajne razlike u ocjeni međususjedskih odnosa. Jedina diskriminirajuća varijabla je rezidencijalni status ispitanika ( $p=0,00$ ). Naime, među ispitanicima koji su doselili u selo su brojniji oni/one koji nepovoljnije ocjenjuju (jako loši i loši) međususjedske odnose u odnosu na starosjedioce. To govori o slabijoj integriranosti doseljenika u lokalnu zajednicu, ali i o prisutnosti „tradicionalnog“ animoziteta starosjedioca sela prema pridošlicama.

### Utjecaj veličine ruralne zajednice-sela na ocjenu međususjedskih odnosa

Društveno ekonomske mijene kojima su izložene ruralne zajednice dovode do njihove socijalne heterogenizacije, odnosno slabe njihovu tradicionalnu socijalnu strukturu i kolektivitet, unošenjem urbanih obrazaca ponašanja. Iako prisutne, ove promjene neujednačeno zahvaćaju ruralne zajednice zavisno od gravitacijskih utjecaja naselja sa središnjim funkcijama i globalnog društva, pa time više ili manje utječu na intenzitet i raznovrsnost međususjedskih odnosa. Uvriježeno mišljenje o visokom reciprocitetu susjedskih veza u brojčano manjim ruralnim zajednicama, u ovom se istraživanju nije pokazalo. Iako je kontingencijskom analizom utvrđeno da veličina sela iz kojeg ispitanici dolaze, determinira subjektivni doživljaj međususjedskih odnosa ( $h^2=38,52$ ,  $df=12$ ,  $p=0,00$ ), anketirani iz manjih sela (tablica 3) su brojniji u podskupni koji međususjedskim odnosima pridružuju ocjene 'jako loši' i 'loši'. Za argumentirani zaključak što je u pozadini tih ocjena, potrebna su detaljnija istraživanja jer društveni odnosi među susjedima, s jedne strane mogu biti potpora suradnji i zajedničkom djelovanju, a s druge strane mogu rezultirati kompeticijom i sukobima.

Tablica 3. Ocjene međususjedskih odnosa prema veličini sela (u %)

Veličina sela	Ocjena			Srednja vrijednost	Broj ispitanika
	1+2	3	4+5		
I - do 200 stanovnika	19,7	29,8	50,5	3,40	232
II - 201- 400 stanovnika	16,0	35,8	48,2	3,44	212
III - 401-1000 stanovnika	17,0	31,3	51,8	3,50	259
IV- više od 1000 stanovnika	15,4	31,8	51,7	3,61	218

Izvor: Anketa

### Zaključak

Istraživanje o subjektivnom doživljaju seoskih žitelja međususjedskih odnosa pokazalo je sljedeće:

- Više od polovice ispitanika (52,7%) susjedske odnose ocjenjuje odličnim i dobrim, što pokazuje da se susjedstvo kao primarna socijalna mreža u velikoj mjeri održala u ruralnim zajednicama.
- Među razmatranim socioekonomskim obilježjima ispitanika, utvrđena je statistički značajna razlika u ocjeni međususjedskih odnosa ( $p=0,00$ ) samo između starosjedioca i doseljenika.
- Među ispitanicima postoji razlika u ocjeni međususjedskih odnosa s obzirom na veličinu naselja u kojima obitavaju ( $p=0,00$ ).

Iako se radi o fragmentarnom pristupu istraživanja susjedstva u ruralnim prostorima, predočena analiza sugerira da se susjedstvo kao dobrovoljno zajedništvo u velikoj mjeri održalo u hrvatskom selu. Sociološka i srodna istraživanja su nužna da objasne dinamiku promjena i strukturalni sadržaj društvenih interakcija koji se zbivaju u ruralnom susjedstvu, kao podlogu boljem razumijevanju endogenih karakteristika socijalnog kapitala u ruralnim zajednicama. Odnosno, odgovoriti na pitanje je li susjedstvo integrativni mehanizam razvoja socijalnog kapitala ruralnih zajednica.

### Literatura

- Babić, D., 2000. Susjedstvo i prijateljstvo povratnika i useljenika u predratnom, ratnom i poslijeratnom socijalnom ambijentu Brodsko-posavske županije, Migracijske teme, 16, 1-2:7:15.

- Blowers, A., 1973. The neighbourhood: exploration of a concept, *Open Univ. Urban Dev. Unit* 7, 49:90.
- Haney, W.G., W. G., Knowles E.S. 1978. Perception of neighborhoods by city and suburban residents, *Human Ecology*, 6, 2:201:214
- Ghorbanian, M. 2011. Recognizing neighborhood satisfaction: significant dimensions and assessment factors, *International Journal of Academic Research*, 3, 1:273:282.
- Grgić, I., Kovačić, D., Žutinić, Đ., Markovina, J. 2007. Socio-ekonomski čimbenici pokretljivosti pučanstva na ruralnom području Hrvatske i grada Zagreba. AF, Zagreb.
- Lebel A., Pampalon, R., Villeneuve P. Y A. 2007. A multi-perspective approach for defining neighbourhood units in the context of a study on health inequalities in the Quebec City region, *International Journal of Health Geographics*, 6:27.
- Popis stanovništva RH 2001. Državni zavod za statistiku.
- Ray, L. 2006. *The Cambridge Dictionary of Sociology*, 2006, ed. Bryan S. Turner, Cambridge University Press, str.423.
- Sampson, R. J., Morenoff, J. D., Gannon-Rowley, T. 2002. Assessing "neighborhood effects": Social processes and new directions in research, *Annual Review of Sociology*, 28, 443-478.
- Sirgy, M. J., Cornwell, T. 2002. How neighborhood features affect quality of life. *Social Indicators Research*, 59, 79-114.
- Subramanian, S.V., Kimberly, A. L., Kawachi, I. 2003. Neighborhood differences in social capital: a compositional artifact or a contextual construct, *Health & Place* 9:33-44.
- Zvonarević, M. 1985. *Socijalna psihologija*, Školska knjiga, Zagreb.

sa2012\_0222

# Market orientation among food processing SMEs in Hungary

Zsolt POLERECZKI, Orsolya SZIGETI, Viktória SZENTE, Tibor BAREITH, György KÖVÉR, Zoltán SZAKÁLY

Kaposvár University, Faculty of Economic Sciences, H-7400, Kaposvár, Guba S. Str. 40. Hungary  
(e-mail: polereczki.zsolt@ke.hu)

## Abstract

Understanding the customers' mind and integrating it into the enterprise everyday activities is becoming the key issue of surviving the competition of the market. The MARKOR (market orientation measure) (Kohli, Jaworsky and Kumar, 1993) and MKTOR (market orientation) (Narver and Slater, 1990) scales are the tools to describe the positions of the companies in the evolving process. These models were chosen because these are the most well-known, and most frequently tested in several countries (eg. Matsuno, Mentzer and Rentz, 2005; Werhees and Meulenbergh, 2004; Mavondo, 1999; Farrell and Oczkowski, 1997).

The research program consists of four steps. In the second step (shown in this article), in 2010 we investigated 250 agricultural and food industrial SMEs with internationally used standard questions about their experience about areas that have an influence on marketing activity.

Based on the investigations the adopted MARKOR and MKTOR scale (on condition of the results) is suitable for carrying out further investigations into the database of the small and medium sized enterprises operating in the food industry.

Besides all these the analysis of each variable group gives the opportunity to identify some observed characteristics in the variable groups.

Key words: market orientation, food industry, SMEs, SEM

## Introduction

The results shown in our presentation are parts of a research program that includes several steps, and the purpose of which is to form a market orientation model applicable for branch, small- and medium sized enterprises which handle the unique features of the marketing activity rooting from SME's properties properly, but at the same time takes into account the branch specialities of food industry.

The research program consists of four steps. The first one was a nationwide survey carried out in 2009 with 100 dairy and meat industrial small and medium sized enterprises. Its aim was to map the general entrepreneurial practice and opinion about marketing. In the second step, in 2010 we investigated 250 agricultural and food industrial SMEs with internationally used standard questions about their experience about areas that have an influence on marketing activity. The third step is still being carried out at present and it deals with the spread of the research onto several countries. The questionnaires are being filled by Croatian food-industrial enterprises. The last step of the research is to create a market orientation model already mentioned in the introduction, which takes into account the characteristic of SMEs, and which is based on international results.

This current article investigates the applicability of MARKOR and MKTOR scales used in the second step of the research among the SMEs in Hungary.

The aim of the article was to examine the factors of the MARKOR and MKTOR scales, as well as the 49 variables constituting the factors in the database that consists of 168 items in the Hungarian food processing SMEs. The key questions were the following:

- Can the three-three factors in the two scales be considered one dimension?
- Does each factor have enough discriminating ability, that is do we have the right to separate the variables constituting the factors into three-three factors?

### Methodology

The methodology is shown divided into two areas, the methodology of data collection and data analysis.

The data were collected in the summer of 2010 with the help of the interviewer's network of a Hungarian market research company. The places of the data collection were the seats of the enterprises involved into the research. Face-to-face interviews were made with the marketing leaders of the enterprises, or if they were not available, then the first leader of the company. In our present article we show the results of the food industrial enterprises, as the two sectors showed a significant difference. The composition of the sample accordingly to size categories is shown in Table 1.

Table 1. The composition of the research sample according to size categories in the food industry

Number of employees	Composition	
	Head	%
0-9 people	136	71,2
10-49 people	42	21,9
50-300 people	13	6,9
Total	191	100

The questionnaire applied in the research contains 5 major groups of questions. In the first one the judgement of the external environment surrounding the company was investigated, in the second one the internal processes were surveyed (management, company strategy, marketing organisation, innovativeness, company culture, HR policy, marketing tools and abilities, organizational learning). In the third part market orientation was analyzed with MARKOR and MKTOR scales. In the fourth part we put questions about the financial and non-financial productivity of the company, while in the last part the background variables got a place (seat, number of employees, legal form of the company, average market share, net annual income, annual balance-sheet, ownership structure).

The data were analyzed with the structural equation modelling (SEM) method. The SEM is suitable to make revealing analysis as well as to verify previous predictions. In the article the SEM method was used to fortify the applicability of previously constructed models, or to justify their refusal. From among the SEM program packages the AMOS 7.0 program was used because it conforms the SPSS statistical program and it applies SPSS database without data-transformations. The AMOS is suitable to create models in a simple and fast way as well as to visualize them graphically. The excel program was applied to define the probability of the Chi<sup>2</sup> distribution.

In order to be able to use the applied mathematical-statistical method, we deleted those items from the database that contained missing values in any of the variables involved into the database.

The aim of the article was to examine the factors of the MARKOR and MKTOR scales, as well as the 49 variables constituting the factors in the database that consists of 168 items in the Hungarian food processing SMEs. The key questions were the following:

- Can the three-three factors in the two scales be considered one dimension?
- Does each factor have enough discriminating ability, that is do we have the right to separate the variables constituting the factors into three-three factors?

The data were analyzed with the structural equation modelling (SEM) method. In the article the SEM method was used to fortify the applicability of previously constructed models, or to justify their refusal.

During the analysis of the variables that are part of the database of the MARKOR and MKTOR scales we stated that it is possible to decrease the one-dimensional variables in a way that the refusal of the one-factor model cannot be justified in case of 5 of the examined six factors. We also stated that the one-dimensional factors have a statistically justifiable discrimination effect compared to each other.

**Results**

We introduced the main results in this part of the article.

Hypothesis: The factors of MARKOR and MKTOR scales can be regarded as one-dimensional

The process of the one-dimensionality examination of the three-three factors of the two scales is shown through the example of MARKOR scale’s “Intelligence dissemination” factor. In the database eight variables belong to the “Intelligence dissemination” factor. If the factor can really be regarded one-dimensional, then a common factor determines them through a regressional connection. The common factor is not expected to determine the total variance of the measured variable, this is why an error factor is linked to each variable. It belongs to the total identification of the model that the variance of the common factor and the regression weights belonging to the error factor must be given; in our case 1 is the suitable value.

The obtained probability referred to that hypothesis which the “Intelligence dissemination” factor’s eight variables rely on a one-dimensional model must be refused. The correction of the model was solved by deleting the variables one after the other in it. The variable to be deleted was chosen based on a matrix coming from the standardized differences of the covariance matrixes supposing and not supposing a one-dimensional model.

From among the covariance-differences after standardization was chosen the value referring to the greatest difference. Based on this from the original – AMOS model which is suitable for testing one-dimensionality and which refers to the flow of information – model that variable was deleted where the Chi<sup>2</sup> statistics showed the bigger fall.

After deleting one variable a significance examination was also carried out on the decreased size model, after that other variables were deleted. Based on this theory in case of booth scales and in case of all their factor-groups the deletion process resulting in one-dimensional models was carried out. The results of the deletion process are shown in Table 2.

**Assumption of a co-variance connection between the error factors**

Besides creating one-dimensional models our other aim was to keep as many variables as possible.

We want to increase the number of the remaining variables, so we accepted a covariance connection between the error factors linked to each variable. The degree of freedom of the model enlarged with covariance connections changes compared with the original mode, and if it is bigger than zero, then the significance level of the Chi<sup>2</sup> statistics can be calculated, the hypothesis examination can be carried out.

**Table 2. Acceptable one-dimensional models**

Nomination of factor	Number of variables in the original model	Number of kept variables	Chi <sup>2</sup>	Degree of freedom	p
MARKOR					
Intelligence generation	10	6	10,430	7	0,166
Intelligence dissemination	8	4	4,79	2	0,930
Responsiveness	14	9	37,049	26	0,074
MKTOR					
Consumer orientation	8	4	3,542	2	0,170
Competitor orientation	5	5	-	0	-
Interfunctional coordination	4	4	0,248	1	0,618

**The investigation of the discriminating ability between the factors of the scale**

The variables of a scale can be listed into separable factors if this separation can be justified statistically too. Two factors of a scale have enough discriminating ability if the two-factor model is statistically more suitable for the together handled variables of the two factors than the one-factor model.

We made one- and two-factor models and evaluated with the help of AMOS, then we compared the two models.

The significance of the difference between the two models can be established from the difference between the two  $\chi^2$  values. The difference can also be regarded  $\chi^2$  distributional (AMOS user's guide), the degree of freedom is the difference between the two levels of independence. The difference is significant ( $p < 0,05$ ), so the zero-hypothesis that there is no difference between the two models can be refused. Thus the two factors of the scale have a significant discriminating ability.

The summarized results of the discriminating-impact investigation between the MARKOR and MKTOR scales are shown in Table 3. In case of MKTOR scale only one factor pair can be created, since in case of on factor it was impossible to create a one-dimensional model, as we could see it previously.

**Table 3. Summary of the discriminating ability investigation between the factor pairs**

Factor pairs	Chi <sup>2</sup>	Degree of freedom	p
MARKOR			
Intelligence generation - Intelligence dissemination	35,649	3	8,88E-08
Intelligence generation - Responsiveness	141,02	1	1,59E-32
Intelligence dissemination - Responsiveness	66,98	1	2,74E-16
MKTOR			
Consumer orientation - Interfunctional coordination	84,592	1	3,67E-20

### Implications

During the analysis of the variables that are part of the database of the MARKOR and MKTOR scales we stated that it is possible to decrease the one-dimensional variables in a way that the refusal of the one-factor model cannot be justified in case of 5 of the examined six factors. We also stated that the one-dimensional factors have a statistically justifiable discrimination effect compared to each other.

#### MARKOR scale, Intelligence generation factor

The kept variables of the group refer to that the food industrial SMEs collect secondary information through basically informal channels, and those who go beyond it carry out market research within their enterprise by themselves. Besides this it is a well-known factor that these enterprises in Hungary employ only a few employees with marketing qualification. This is the reason for that the investigated enterprises consider these little information satisfactory.

#### MARKOR scale, Intelligence dissemination factor

Compared to the original model this is the factor where the fewest variables are kept (50%). It refers to that in case of the Hungarian food industrial SMEs one of the weakest elements of market orientation is the effective information flow. It is especially true for the division of information referring to the consumers within the company. From this we can conclude that the marketing function within the company operates separately from the other management fields, so it is unable to influence the whole company.

#### MARKOR scale, Responsiveness factor

The enterprises say their strong side is the ability to answer. They are highly convinced that they react to real consumer demands, however, they work out these answers based on very little consumer information. The question arises: how much do the reactions worked out in this way react the real consumer demands? Besides this a development conception based on the technological background also comes to the surface. It pushes the buyers' information resulting from the market research into the background.

#### MKTOR scale, Customer orientation factor

The dropped variables support the preliminary assumption according to which the enterprises already feel commitment to customer orientation, however, it does not appeal in real activities.



Investigating the statements of the two scales together, we can say that the information collection – in case of food industrial SMEs – means the acquisition of secondary information, and it focuses mainly on the competitors' activity and less on the consumers' expectations.

### **References**

- Farell, M. A., Oczkowski, E. (1997): An Analysis of the MKTOR and MARKOR Mesasures of Market Orientation: An Australian Perspective. *Marketing Bulletin*, 8., 30-40. p.
- Kohli, A. K., Jaworsky, B. J., Kumar, A. (1993): MARKOR: A Measure of Market Orientation. *Journal of Marketing Research*, vol 30. no. 4. 467-477. p.
- Matsuno, K, Mentzer, J. T., Rentz, J. O. (2005): A conceptual and empirical comparison of three market orientation scales. *Journal of Business Research*, 58. 1-8. p.
- Mavondo, F. T. (1999): Market Orientation: Scale Invariance and Relationship to Generic Strategies Across Two Countries. *Journal of Market Focused Management*, 4, 125–142. p.
- Narver, J., Slater, S. (1990): The effect of marketing orientation on business profitability. *Journal of Marketing*, vol. 54., 80.-116. p.
- Verhees, F. J. H. M., Meulenber, M. T. G. (2004): Market Orientation, Innovativeness, Product Innovation, and Performance in Small Firms, *Journal of Small Business Management*, vol 42 no 2. 134-154. p.

**sa2012\_0223**

# Impact of area payments on land use and income of agricultural farms: Latvian case

Armands VEVERIS

University of Latvia, Faculty of Economics and Management, Aspazijas bulv.5, Riga, Latvia  
(e-mail: arman2@inbox.lv)

## Abstract

The goal of the paper is to analyse the economic impact of area payments of the Rural Development Programme of Latvia on the viability and development of farms and to offer conclusions about the desirable future of area payments from the perspective of farm development, as well as to evaluate the consequences of the potential changes in the terms of granting payments.

Findings of the research indicate that since the introduction of payments, crop areas have grown, they offer a significant economic benefit to less favoured areas for agriculture; they have facilitated use of organic methods in farming. Also there are problems, mainly related with insufficient production intensity in the part of supportable territories. The recommendations are given in the paper to prevent these problems in the future.

Key words: agriculture, payments, area, economic impact

## Introduction

The subject of the paper is area payments of the Rural Development Programme of Latvia 2007-2013 (hereinafter referred to as RDP). The main focus is set to two more significant payments: "Payments to farmers in areas with handicaps, other than mountain areas" (so called "Less favourite areas") and "Development of organic farming". The goal of the research is to analyse the economic impact of these payments to viability and development of farms and to offer conclusions for future, as well as to evaluate the consequences of the potential changes in the terms of granting payments.

The payments analysed in this paper are included among the so-called environment payments in the EU Common Agricultural Policy, emphasising their role in arranging rural environment and promoting environmentally friendly farming methods. However, undeniably these payments also have an economic effect and in Latvia both farmers and policy developers have an interest to evaluate this effect first of all. Taking into consideration the widespread opinion that a large part of payment beneficiaries are the so-called "coach farmers" who do not produce agricultural goods, the economic justification of these payments becomes even more significant. At the same time, the system to support less favourite areas is widely used at present both in EU and in other countries and evaluated as high efficient (Hashiguchi, 2010). Therefore the research evaluates the role of payments in farms of different size, as well as the planned limitations regarding receiving the payments, e.g. the income margin of at least LVL 200 (EUR 285) per hectare a year, and their impact on a wider range of farms.

The following main evaluation aspects are emphasised in the analysis:

- what is the current impact of payments on the production volume and land use?
- does and to what extent does the range of the beneficiaries of the analysed area payments overlap with the RDP project applicants (to what extent do these payments refer to the same beneficiaries)?
- Information about area payments, their significance and future perspectives as offered by farmers themselves, as well as industry experts; information summary and conclusions.

The analysis was performed taking into consideration the territorial aspect (at the regional level), as well as different groups of farms (taking into consideration their size and specialisation).

### Materials and methods

To attain the goal of the research, the main data sources are:

- 1) Database of the Rural Support Service (RSS) about the clients – beneficiaries.
- 2) FADN database about the economic indicators of farms. Data are available on almost 1000 farms from 2007-2009. FADN allows analysing indicators by the region and also by the size and specialisation groups of farms.
- 3) Data of the Central Statistical Bureau (CSB) about the land use and crop growing.
- 4) Findings of a farmers' survey that included questions related to the analysed payments, their role in the development of farms, according to farmers' opinion. As a result, the research also comprises the farmers' opinion about the role of different types of support.
- 5) Findings of the expert work group – seminar, what was attended by representatives of several agriculture-related organizations.

Economic analysis methods and approaches are used in the research. Economic and statistical analysis and comparative analysis methods were used. In evaluation of impacts of payments the main method is Difference-in-difference, where the economic results of LFA farms and farms outside LFA were compared, selecting net value added per labour unit as a criterion.

Additional information was obtained through a method of a survey.

### Results and discussion

Within the framework of the Latvian RDP a significant part is allocated for area payments in the 2<sup>nd</sup> axis – EUR 478.9 mill. or 34.6% of the RDP public expenditure. In the initial stage of RDP implementation (until the middle of 2010) the part of this payment within the total structure of actually paid payments was even larger – almost 60%. The absolutely largest part of the above mentioned figure consisted of two support measures – “Payments to farmers in areas with handicaps, other than mountain areas” (RDP Measure No. 2.1.2) (further – less favoured areas (LFA)) with public expenditure EUR 236.5 mill. (17.6% from the RDP) and “Agri-environment payments” (Measure No. 2.1.4) with public expenditure EUR 229.2 mill. (16.6% from the RDP). Whereas the measure “Agri-environment” had 4 sub-measures, out of which Measure 2.1.4/1 “Development of organic farming” has been acquired – 75% of the total of Agri-environment payments have been paid out from 2007 till 2009. Therefore it is very important to analyse the significance and effectiveness of these payments to be able to plan the measures of the next period more successfully.

When analysing the structure of area payments beneficiaries by the division of farms into groups of economic size (see Table 1) it can be observed that it is exactly in area payments, in difference from investment projects, where the beneficiaries' structure is close to the structure of farms in the country.

The above information allows concluding that the structure of beneficiaries in all types of area payments is close to the actual structure of farms in the country and payments are actively used by farms of all size groups, including the smallest farms (with the economic size below 2 ESU, which means the gross margin of the farm less than EUR 2400 a year). It differs significantly from the structure of farms involved in projects – there (total of all project measures) the share of small farms (up to 2 ELV) is 43% of all the clients, 65% are farms with up to 8 ELV, 21% - medium-size farms (8-40 ELV) and 14% - large farms, but in area payments it is 69%, 78%, 3% and 1% accordingly, so it is more close to the actual farm structure.

The economic impact of area payments is analysed evaluating the size of the net value added (NVA) in farms that have received LFA payments and in the other farms.

Three main groups are distinguished regarding the size: small, medium-size and large farms (according to the statistical classification). Data summarised in Table 2 present net value added both in farms that do not receive LFA support and in farms that receive it, also indicating what part of the NVA is comprised by the support payment. Analysis of the geographical location of the farms that have not received the support reveals that, in fact, they can be considered as farms that are outside the LFA territory.

The data presented in the Table 2 reveal that LFA payments have the largest significance in medium-size farms.

If the economic results in LFA and outside LFA are compared, it can be observed that small and partly also medium-size farms operate more successfully exactly in LFA territories. Thus, the NVA has been by 42% higher in small farms in LFA than outside LFA over the analysed 3 years and by 8% higher in medium-size farms. However, the tendency is opposite in the group of large farms – irrespective of the received support payments, over the 3 years the NVA in total has been by 5% higher in the farms outside LFA (farms that did not receive support). It approves that LFA payments are significant especially in the group of small farms and not only as direct income support, but also as support facilitating business activity and its efficiency, because the additionally gained value added has been significantly larger over the analysed 3 years than the total of LFA payments. Whereas in large farms the market situation not the support payments is more significant in creating value added.

**Table 1. Division of farms – payment beneficiaries, based on their size (total number of active farms and farms by kinds of support within economic size groups in 2007-2009)**

Economic size groups (ESU)	Total nr. of active farms	LFA	Natura 2000	Agri-environment	RDP 2007-2013 projects
< 2	90568	38371	5412	5651	1607
2-4	11589	3368	265	962	436
4-8	5614	1741	124	613	432
8-16	2915	931	67	343	341
16-40	1689	691	57	288	439
40-100	671	314	26	110	324
100-250	335	143	23	47	167
>250		55	8	16	66
Not classified		10587	1041	832	2429
Total	113382	56201	7023	8862	6241

Source: Data of RSS and CSB of Latvia

**Table 2. Net value added per labour unit (NVA/GDV) in MLA support receiving farms in comparison with the other, and part of NVA in the main groups of size (2007.-2009.) (LVL per year) (1 EUR = 0.7028 LVL)**

	No. of farms in sample	2007	2008	2009
Small farms (2-8 ELV)				
Do not have LFA support	74	3195	2942	2084
Have LFA support	135	4857	3669	3157
of this- the payment		585	526	533
Medium-size farms (8-40 ELV)				
Do not have LFA support	115	7887	7293	4395
Have LFA support	257	8918	6363	5838
of this- the payment		1207	1109	1252
Large farms (above 40 ELV)				
Do not have LFA support	107	14929	13502	8823
Have LFA support	146	16012	11258	6123
of this- the payment		852	780	859
Total farms				
Do not have LFA support	296	9259	8450	5422
Have LFA support	538	9824	7015	5243
of this- the payment		904	829	911

Source: Author`s calculations based on FADN data

The performed analysis allows to conclude that LFA payments justify themselves exactly as compensatory payments to cover the income difference incurred due to objective circumstances between less favoured and other territories.

Also experience of EU and other countries (Sweden, Japan) approves a positive impact of such measures (Hashiguchi, 2010). We can conclude that these payments are especially necessary for small and medium-

size farms in Latvia also because they have less investment support available. It is especially visible among the group of small farms where the beneficiaries of LFA payment show significantly higher net value added than the other farms. In addition the positive difference exceeds the total of LFA payments. It allows concluding that the received support offers additional yield also through the improvement of farm efficiency, thus increasing income by a larger amount of money.

The impact of area payments on land use has also been evaluated. It has been stated that since the introduction of payments (in 2004) the areas of crop-fields in less favoured areas have significantly increased and their increase has been faster than in the increase in the territories outside LFA. In total, from 2003 till 2010 the area of used agricultural land in Latvian farms has increased by 292 thous. ha (by 20%), but the area of unused land for agriculture has reduced by 216 thous. ha (by 63%). As LFA payments apply to the widest territory if compared with other RDP financed area payments; in addition, they are differentiated depending on the status of the territory (category 1, 2 and 3 in MLA territories), it is substantiated to consider that it is exactly LFA payments that have the largest impact in facilitating the use of agricultural land. For example, since 2003 sown areas of main agricultural crops has increased by 19% in Vidzeme (LFA region) if compared with the 35% decrease in the 10 years before this.

Taking into consideration the terms of receiving, LFA support has facilitated not only the increase in the area of used land but also the increase of livestock herds in the supportable territories (especially beef cattle and sheep), as well as fighting with invasive plants.

Support to organic farming, which financially comprises around 75% comparing to the LFA support payments, has resulted in the fact that since 2008 at least 160 thous. ha or 9% of the used agricultural land is cultivated with organic methods and the number of organic farms has reached 4300 or 4% of the total number of farms in Latvia. However, data reveal that, irrespective of the area increase, the volume of organically produced products has been decreasing since 2006 and only 3% of meat, 7% of milk, 0.1% of eggs, 3% of grain, 4% of potatoes and 1% of vegetables were organically produced in 2010, and only organic honey (21%) and fruits (12%) have the more significant share in the total amount of these products in Latvia. It indicates that the present support mechanism mainly facilitates the use of areas but not the production of the end product and its sales.

### Conclusions

Overall, the support payments for less favoured areas attain their goal and are useful. As result of these payments land use in the target territories has significantly improved. The areas of unused land have significantly reduced – by 216 thsd. ha or 63%. Payments offer the opportunity in LFA territories to gain income that is close or equivalent to the one gained in the territories outside LFA, even exceeding them in some sectors of agriculture (cattle breeding, mixed specialisation).

It would not be appropriate to set forward any other requirements or terms (e.g. to invest). That would radically reduce the range of beneficiaries, thus it would not achieve the goal – to facilitate agricultural activity and inhabitancy in less favoured territories. However, the LFA measures alone are too little to facilitate the development of less favourable territories. To enhance the development of farms, as well as the entire rural environment more actively, other supplementary measures are also necessary, while maintaining LFA support in its present form.

To facilitate the production and sales of biological produce the dependence of support on the sales volume would be useful. Such a scheme would also facilitate the spread of organic farming in more fertile areas where it is not popular now. In addition, it would facilitate producing products with a higher added value. In addition, to encourage the production and sales of biological products other measures also should be supported, firstly, processing and sales of these products, e.g. their availability in supermarket chains a.o.

To limit the possibilities of large land owners to receive area payments who almost do not produce agricultural goods, it would be possible determining an area of land to which the minimum income requirement does not refer to but the requirement should refer to the rest of the land. If the requirement is not met, the payment is not assigned for the land exceeding the minimum area. The minimum area can be of a size necessary to provide one family with agricultural products – these could be 25 ha of the agricultural land in the LFA territories and up to 15 ha outside them.

**References**

Hashiguchi, Takuya. Evaluation and Prospects of Policies for Less Favoured Areas in Japan. European Association of Agricultural Economists, 118th Seminar, August 25-27, 2010, Ljubljana, Slovenia; p.452-458.

Rural Development Programme for Latvia 2007-2013. Final version. Available at:  
<http://www.zm.gov.lv/index.php?sadala=1267&id=5864>

The Database of Central Statistical Bureau of Latvia. [www.csb.gov.lv](http://www.csb.gov.lv)

The Structure of Agricultural Farms of Latvia in June 2007. Central Statistical Bureau of Latvia. Riga 2008, 76 p.

Veveris A., Kalis I. The Impact of EU Agricultural Policy on the Competitiveness of the Farms in Latvia // Academic Journal "Economics & Management" 2011, No.16, Kaunas University of Technology; p.452-458.

Unpublished information of Latvian State Institute of Agrarian economics

Unpublished information of Ministry of Agriculture and Rural Support Service of Latvia

**sa2012\_0224**



Section

# 3 Proceedings

Genetics, Plant Breeding and Seed Production

47  
Hrvatski

7  
Međunarodni  
Sympozij  
Agronoma

## Zbornik radova

Genetika, oplemenjivanje bilja i sjemenarstvo





# To the ongoing "shaping" of domestic legume and pumpkin germplasms

Zaure AYTASHEVA, Auez MASHKEYEV, Saendygul BAISEYITOVA

al-Farabi Kazakh National University Almaty, Department of Molecular Biology and Genetics, Republic of Kazakhstan  
(e-mail: zaure.aitasheva@kaznu.kz)

## Abstract

The present study is focused on the abundance of Kazakhstan food as heirloom legume and pumpkins varieties and lines based on the developing seed bank comprised of domestic as foreign accessions and varieties received from EU countries, Russia, USA and Asia. Certain introduced common bean varieties have demonstrated high seed germination, maturation rates and dehydration tolerance, whereas domestic varieties have been indicated to outstrip other domestic varieties, lines as external accessions and varieties by seed weight and other seed parameters.

Key words: common bean, pumpkin, germplasm, variety, productivity, seed parameters

## Introduction

Legumes and pumpkins, when harvested under harsh continental conditions of Kazakhstan, may exhibit essentially high variation of plant and seed parameters, growing periods and harvest structure. Such a great variability completed by increased cross-pollinating ability under conditions of drought, high temperature and the vicinity of blossoming gardens in the mountain zone of Almaty Region may be used for the development of new varieties, especially taking into account substantial water deficit which Kazakhstan and neighbouring Central Asian states (except Kyrgyzstan) are facing at present. So, natural stress imposed by instant temperature fluctuations, extreme sun irradiation, lack of water and drastic diurnal, nocturnal and seasonal changes lead usually to visible phenotypic alterations, if compared with those less traceable in the conditions of moderate climate. Data with this respect have been summarized earlier (Gutsalyuk, 1989; Burgmans, 1994; Taranov et al., 2005; Aytasheva et al., 2006; Aytasheva et al., 2009).

A number of characteristic common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and azuki bean varieties [*Vigna angularis* var. *angularis* (Willd.) Ohwi & Ohashi] have been studied under local, continental conditions of the high-mountain zone. Germplasm samples have included domestic, "high-protein seed" varieties, and various accessions granted by the Japanese Genetic Bank, a N.I. Vavilov Research Institute of Plant Industry, Russia, and other seed resources located in France, Italy, People's Republic of China, Poland, UK and USA. Some of trialed bean varieties and related species have revealed conspicuous diversity in seed maturation and germination rates, productivity and drought tolerance. As it has been shown, new Kazakhstan varieties would outstrip a number of annotated external accessions and varieties by seed protein concentration and other remarkable characters. The aim of current article is examining of domestic and foreign bean and pumpkin varieties for their productivity and adaptation under harsh continental conditions of the mountain zone of Almaty Region to use optimal parental combinations for subsequent breeding activities.

## Material and methods

A range of foreign varieties ('Bijchanka', 'Bomba', 'Camelia', 'Cornell', 'Dove', 'Igolinska', 'Laura', 'Malinka', 'Nicos', 'Pinto', 'Otre', 'Red Goya', 'Sadovod', 'Scarlet Emperor', 'Supernano', 'Ufimskaya', and 'Vegetable Sack'es') have been sown on 3x5 m plots in the mountain area of Almaty Region. Different varieties of food as heirloom pumpkins ('Coloquinte en Melange', 'Huannanguan', 'Mantnaya', 'Vitaminsnaya', 'Volzhskaya Seraya', 'Zucchetto ornamentale' and etc.) have been sown on organically fertilized soil for seed propagation

and resistance tests under the mountain conditions of Amaty region in 2009-2011.

Foreign common bean varieties have been studied for the period of seed ripeness, seed productivity and other characters together with three domestic varieties 'Aktatti', 'Dzhungarskaya', and 'Nazym' obtained autochthonously. Quantitative traits of these three common bean varieties have been assessed by measuring 100-, 200-, 300-, and 1000-seed weights along with determination of the seed length and width. Statistical significance for pod formation, seed weight, length and width was determined by using standard EXCELL programmes and by Vasil'eva (2007).

### Results and discussion

In 2008-2011 totally more than 80 bean varieties originating from different countries (e.g. cvs 'Nicos' (Bulgaria), 'Igolinska', 'Bomba', 'Otre' and 'Malinka' (Poland), 'Ufinskaya', 'Bijchanka', 'Cornell', 'Laura', 'Vegetable Sack'es', 'Supernano' and 'Sadovod' (Russia), 'Dove' and 'Scarlet Emperor' (UK), 'Pinto', 'Red Goya' and 'Camelia' (USA) have been introduced to the mountain area of Almaty Region and partly granted to the Institute of Potato and Vegetable Plants Research (JSC KazAgroInnovation). These varieties have shown a proper seed ripeness despite a severe affect of the late drought. Eight azuki bean varieties completed by few broad bean varieties (*Vicia faba* L.) as lentil (*Lens culinaris* L.), have been trialed under similar conditions of the mountain zone. Interestingly, comparison of the Russian and the Japanese azuki bean resources has allowed to indicate the best accessions with highest yields under these conditions. Despite relatively moderate germination rates, some of these varieties have confirmed their high thermo stability and drought tolerance.

Comparing to common bean, azuki bean, while being cropped in the mountain zone, has been characterized by delayed leaf vegetation and belated onset of the flowering and pod formation. This has caused the "wavy", or repeated anthesis in hot and dry conditions.

Fabaceous collection established may be used for extensive student training. In turn, young explorers assist in estimations of seed qualitative and quantitative traits (Table 1). As seen from the table, cv. 'Nazym' is leading in its productivity since it has indicated the largest seed weight while harvested both on Northern and Southern plots.

As demonstrated by subsequent experiments (data not shown), cv. Nazym collected both from Northern, and Southern plots does surpass by certain seed parameters (namely, seed length, width, and 100-, 200-, or 300-seed weights) other domestic varieties. Moreover, in 2011 this variety harvested from open and drastic Northern plot has manifested the yield which occurred almost 7 times greater (1065 seeds) comparing to that one obtained from the same cv. 'Nazym' harvested on a more mild and shady Southern plot (165 seeds, including those 15 motley). At the same time both populations have indicated no statistically significant differences in the rate of pod formation. For example, the reliability criterion ( $t_d$ ) occurred 7-13 times lower (0.30) than that one characteristic for reliable differences indicated at different probability levels ( $t_d$  2.11,  $t_d$  2.90 and  $t_d$  3.97 at P 0.95, P 0.99 and P 0.999, respectively). This fact may emphasize that cv. 'Nazym', revealing no differences in pod formation under different conditions of the small-scale cropping, is completely adapted to increased temperatures, severe dehydration and sharp insolation.

Table 1. Productivity of domestic common bean varieties in 2010

Character	Bean varieties			
	Dzhungar-skaya	Aktatti	Nazym (Northern Plot)	Nazym (Southern Plot)
Seed length	2.56±0.07	2.53±0.08	2.68±0.08	2.70±0.08
Seed width	0.77±0.06	0.80±0.06	0.85±0.07	0.86±0.06
100-seed weight	50.03±0.22	55.31±0.77	73.49±1.29***	78.19±1.85***
200-seed weight	100.26±0.68	111.15±1.66	146.10±0.40***	156.27±2.39***
300-seed weight	148.87±1.49	167.02±0.44	219.6±1.70***	225.8±0.96***
1000-seed weight	496.23±4.97	556.73±5.83	732.00±6.00***	752.67±3.00***

\*\*\* P>0.999

Biodiversity and breeding research on food and heirloom pumpkins (*Cucurbita pepo* L.) has been initiated at our department in 2009. This diversity of vegetable plant species may be used for delicious meal courses typical of the Central Asian region as a whole, roasted seeds, natural recovery of patients with stomach and

liver problems, glowing jack-o'-lanterns and effective soil amelioration. Present collection includes domestic, Russian, Chinese, French and Italian species. Collection of French pumpkins (Fig. 1) by harvesting in the year 2010 has been shown to differentiate substantially by the seed resistance to fungi (data not shown).



Figure 1.  
French cultivars of heirloom pumpkin ('Coloquinte en Melange') cropped on enriched soil under mountain zone of Almaty region in 2010. (The set of pumpkins, upon a 2010 harvesting has been demonstrated to strongly vary by the seed tolerance to fungi).

Referring to numerous reports on nutritional value of the heirloom pumpkin as potential green-house product, especially in the winter period, we may need to revise our present attitude to this miniature pumpkin in our further theoretical and applied breeding programs to come true.

Balkan Peninsula is attributed to one of traditional centers for the vegetable plants cropping and related research. Realizing the role of Kazakhstan as one of quickly developing countries open for crop diversification in front of ongoing and strengthening global food crisis, researchers in this country are ready for more extensive, bilateral as multilateral collaborations in all the directions highlighted in this communication.

### Conclusions

The series of new common bean varieties have been generated under mountain zone of Almaty Region. Some of them such as cv. 'Nazym' have revealed virtually no differences in pod formation under small-scale cropping at different plots completely fitting to growing temperatures, water deficit as the sun beam. In addition to this, since 2009 the biodiversity and breeding research on food and heirloom pumpkins, *Cucurbita pepo* L. has been undertaken towards enriching domestic, Chinese, French, Italian and Russian germplasms in hand. These efforts would result in eventual diversification of agriculture in the South of Kazakhstan especially taking into account a growing pressure of ongoing world food crisis, current trends in the world crop and common bean market, and obvious need in widening cooperation with this respect.

Despite modest germination speed, some of the common bean varieties and closely related species have revealed high dehydration resistance. Cv. 'Nazym' has been shown to surpass by seed weight, length and width resting domestic varieties.

Balkan countries as conventional network renowned for vegetable plants cropping, breeding and research are in the focus of related field of research in Kazakhstan aimed at more extensive crop diversification under continuing global food crisis in order to develop wider cooperation around bean biology and other vegetable plant studies hereafter.

### References

- Aytasheva Z.G., Polimbetova F.A., Taranov O.N., Mamonov L.K. (2006). *Phaseolus* 'phase' in Kazakhstan: state of breeding and research. ASPB Meetings, Abs # P23001. <http://abstracts.aspb.org/pb2006/public/P23/P23001.html>

- Aytasheva Z.G., Rysbekova A.B., Baiseitova S.K. and Polimbetova F.A. (2009). Modeling Cereal and Bean Biodiversity in Kazakhstan: Specific Wheat, Common, Adzuki and Broad Bean Varieties and Lines. In: 'State and prospects of plant physiology in Kazakhstan» (Eds. Prof. L.K. Mamonov and Prof. B.A. Sarsenbayev). Almaty: p. 195-199.
- Burgmans, J.L. The miniature pumpkin. Commercial grower, Feb/March 1994: 29-30.
- Gutsalyuk T.G. From the watermelon to the pumpkin. (1989). Kaynar Publ., Alma-Ata: p. 180-270 (Rus.).
- Taranov O.N., Polimbetova F.A., Mamonov L.K., and Aytasheva Z.G. *Phaseolus vulgaris*: research and cropping prospects in Kazakhstan. (2005) Newsletters of Kazakh Natl. Univ., Ecology series (Rus.), No. 17 (2): p. 104-109.
- Vasil'eva L.A. Statistical Methods in Biology, Medicine and Agriculture (Rus.). (2007). Novosibirsk, 127 pp.

sa2012\_0301

# Selekcijski kriteriji oplemenjivanja pšenice u uvjetima abiotskog stresa tla

Miodrag DIMITRIJEVIĆ, Sofija PETROVIĆ, Borislav BANJAC

Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Srbija  
(e-mail: mishad@polj.uns.ac.rs)

## Sažetak

Složeni uvjeti za uzgoj poljoprivrednih kultura na lokaciji sela Kumane u Banatu su prije svega posljedica alkaliziranog tla, tipa solonjec, mada uključuju i druge izvore variranja pšenice, primerice zadržavanje vode na površini tla, povremene ekstremne temperature i jake vjetrove. Sorte pšenice i F<sub>2</sub> potomstva njihovih križanja su ispitivani u paralelnim pokusima na lokaciji Kumane (solonjec) i Rimski Šančevi (černozem), da bi se uspostavili kriteriji za odabir željene genetske varijabilnosti povećane tolerancije na abiotske stresne uvjete alkaliziranih tala, koji bi dali ekonomski opravdan prinos zrna. Višegodišnjom usporedbom prinosa zrna i pojedinih komponenti prinosa, kao što su broj i masa zrna po klasu, je utvrđeno da uvjeti okoline u pokusu na lokaciji Kumane dovode do snižavanja razine ovih svojstava od oko 30 postotaka u usporedbi sa rezultatima paralelnih pokusa na lokaciji Rimski Šančevi. U F<sub>2</sub> potomstvima križanja prethodno selektiranih sorti pšenice – roditelja uočena je i izdvojena ona nova genetska varijabilnost koja u uvjetima solonjeca dostiže razinu ideotipa biljke na černozemu, koji daje najbolje rezultate.

Ključne riječi: pšenica, abiotski stres, solonjec, oplemenjivanje

## Selection criteria in wheat breeding for abiotic stress tolerance on alkaline soil

### Abstract

Wheat varieties and their F<sub>2</sub> progenies have been testing in a parallel trials at at the locality of Kumane (solonetz soil) and Rimski Šančevi (black soil), in order to establish criteria for selection of desirable genetic variability targeting increased tolerance to abiotic stress conditions of alkaline soil. Comparing the results of the grain number and grain weight per spike obtained on blask soli and solonetz, a decrement of about 30% at solonetz has been established The basic criteria was to meet or exceed the average level of examined traits achieved on black soil. Results of induced genetic variability in F<sub>2</sub> progenies in an *in situ* breeding program established on solonetz gave hope that desirable genetic variability could be selected.

Key words: wheat, abiotic stress, solonetz, breeding

## Uvod

Abiotski stresni uvjeti su često kritična točka u dobivanju stabilnog i visokog uroda krušne pšenice u Vojvodini, a i šire. Abiotski stresni uvjeti tala, temperaturnih variranja i ekstrema, raspodjelom ili količinom oborina su posljednjih decenija pojačani globalnim klimatskim promjenama. Solonjec, kao natrijem bogato tlo, zauzima oko 20 milijuna hektara u Europi (Szabolcs, 1971). U Vojvodini se nalazi oko 80000 hektara ovog tipa tla, najviše u Banatu (Belić, 1999). Solonjec je najčešće podloga za ekstenzivno ispašišta, no pojedine poljoprivredne kulture i mjere popravka mogu podići uporabnu vrijednost ovog tla. Solonjec je često podvrgnut kemijskim i fizičkim mjerama popravka. Žitarice su umjereno tolerantne kulture na povećanu alkaliziranost tla (Witcombe i sur., 2008). Kao takve one ne zahtijevaju prevelika ulaganja u proizvodnju, te su pogodne za uzgoj na solonjecu (Sabir i Ashraf, 2008, Zeng i sur., 2008). Pored procjene tolerantnosti na abiotski stres sorti unutar postojeće genetske varijabilnosti pšenice, kreira se i nova genetska varijabilnost (Araus i sur., 2008). Kriteriji izbora u ranim potomstvima križanja se često formiraju na bazi komponenti uroda (Dashti i sur., 2010). Ovo se posebice odnosi na one komponente koje značajnije pozitivno koreliraju sa prinosom. Primerice, broj zrna po klasu značajno doprinosi formiranju općeg prinosa zrna, što je iznimno izraženo u uvjetima abiotskog stresa (García del Moral i sur., 2003). Masa zrna po klasu u normalnim uvjetima tek slabo korelira sa urodom, dok ova veza jača pri stresnim utjecajima okoline (Denčić i sur., 2000). Ove komponente prinosa u uvjetima abiotskog stresa u uzajamnoj interakciji doprinose razini tolerancije biljke (Roy i sur., 2011). Toleriranje alkaliziranosti tla je multigeno svojstvo (Flowers 2004). Kako navode Isla i sur. (2003), u uvjetima povećane zaslanjenosti, iznimno je važno da se odvija združena selekcija na tolerantnost na alkaliziranost tla, vodoleže i visok urod. Seleksijske metode treba da su sukladne nivou i prirodi abiotskog stresa u ciljnoj okolini.

Cilj ovog rada je usporedno analizirati genetske komponente uroda roditelja i F<sub>2</sub> potomstava križanja sorti pšenice uzgojenih na solonjecu i černozeu, te utvrditi seleksijski kriteriji za odabir željene genetske varijacije u potomstvu.

## Materijal i metode

Za pokus je odabrano pet sorti ('Pobeda', 'Renesansa', 'Sara', 'Partizanka', 'Pesma') koje su poslužile kao roditelji i 9 kombinacija križanja (F<sub>2</sub> generacija): 'Pobeda' × 'Renesansa', 'Pobeda' × 'Sara', 'Pobeda' × 'Pesma', 'Renesansa' × 'Sara', 'Renesansa' × 'Partizanka', 'Renesansa' × 'Pesma', 'Sara' × 'Partizanka', 'Sara' × 'Pesma' i 'Partizanka' × 'Pesma'. Pokus je postavljen jednovremeno na tlu tipa černozeu (normalni uvjeti), na pokusnom polju Instituta za ratarstvo i povrtarstvo Rimski Šančevi (45,322 ° sjeverno i 19,839 ° istočno) i na tlu tipa solonjec (abiotski stres), na pokusnom polju na lokaciji Kumane u Banatu (45,539 ° sjeverno i 20,228 ° istočno), tijekom vegetacijske sezone 2009/2010, 2010/2011. Pokus na solonjecu je postavljen uz primjenu fosfogipsa za kemijsku popravku tla u količini 25 t ha<sup>-1</sup> i dreniranje u razmaku od 20 cm. Sjetva pokusnog materijala je obavljena u redove duljine 1 m i razmakom između redova 20 cm. Pri tomu je svaki roditelj posijan u šest redova sa 10 zrna po redu, dok je svako križanje sijano u 12 redova sa 10 zrna po redu. Analizirana je masa zrna po klasu (g) te broj zrna po klasu. Izračunate su osnovne statističke mjere centralne tendencije i varijacije. Značajnosti razlika aritmetičkih sredina procijenjena je t-testom, te su utvrđeni načini naslijedjivanja u F<sub>2</sub> potomstvima križanja.

## Rezultati i rasprava

U svrhu prikaza u ovom radu su iz ukupnog rezultata pokusa izdvojena svojstva broj i masa zrna po klasu. Ova dva svojstva su fenotipski markeri prespektivnih genotipova glede uroda zrna u generaciji razdvajanja (F<sub>2</sub>) križanja odabranih roditeljskih parova pšenice, kao i glede tolerancije alkaliziranosti tla i ostalih uvjeta abiotskog stresa koji prate ovo tlo. U stresnim uvjetima individualna svojstva biljaka dobijaju na značaju u formiranju prinosa zrna. U induciranju željene genetske varijabilnosti, važan korak je prethodni odabir roditeljskih parova. Ponašanje postojeće genetske varijabilnosti je ispitivano u višegodišnjim paralelnim pokusima na černozeu i solonjecu. Prva izdvojena roditeljska grupa je sadržavala sorte 'Pobeda' i 'Renesansa', koje su stalnom razinom interakcije genotip × okolina, pri nižim vrijednostima prosjeka svojstva iskazale viši stupanj tolerantnosti na uvjete alkaliziranog tla, što je važno i za sortu 'Pesma' pri višim vrijednostima prosjeka. Sorta 'Sara' se iskazala za oba svojstva, te je uključena u ovu grupu. Stara sorta 'Partizanka' je originalno oplemenjena kao tolerantna na opće teže uvjete poljoprivredne proizvodnje. I u pokusima na solonjecu se iskazala takvom (Petrović i sur., 2010; Petrović i sur., 2010a; Dimitrijević i sur.,

2011; Dimitrijević i sur., 2011a). Sljedeći korak su bili paralelni pokusi sa potomstvima križanja odabranih roditelja, na černozeu i solonjecu.

Broj zrna po klasu je, prema rezultatima usporedbe varijacije roditeljskih genotipova, iskazao različitu interakciju genotip  $\times$  okolina zavisno od uvjeta tla, ali i od vegetacijske periode. Stresni uvjeti tla su najviše utjecali na prosječne vrijednosti promatranog svojstva kod sorti 'Pobeda' i 'Renesansa'. Alkalizirano tlo i opći uvjeti uzgoja koje takvo tlo donosi su doveli do umanjenja broja zrna po klasu za 30-35% u usporedbi sa razinom ovog svojstva u paralelnim pokusima na černozeu u obe vegetacijske sezone. Usporedbom varijacije ovog svojstva zavisno od lokaliteta za uočiti je da je utjecaj godine izražen na prosječnu vrijednost, dok su uvjeti tla manje utjecali na variranje svojstva. Tako je u vegetacijskom razdoblju 2009/2010, broj zrna po klasu za sorte 'Sara', 'Partizanka' i 'Pesma' bio 13-24% niži na solonjecu nego na černozeu, dok u 2010/2011 ovih razlika skoro da nije ni bilo (tab. 1).

Tablica 1. Prosječne vrijednosti broja zrna po klasu na černozeu ( $\bar{x}_{cn}$ ) i solonjecu ( $\bar{x}_{sn}$ ), te genotipski ( $\bar{X}_G$ ) i ekološki prosjeci ( $\bar{X}_E$ ), kao i razlike prosjeka svojstva na tipovima tla ( $d$ ) u dva vegetacijska razdoblja uzgoja pšenice

Genotip	2009/2010				2010/2011			
	$\bar{x}_{cn}$	$\bar{x}_{sn}$	$\bar{X}_G$	d (%)	$\bar{x}_{cn}$	$\bar{x}_{sn}$	$\bar{X}_G$	d (%)
Roditelji								
Pobeda (P1)	43	29	36	68	45	30	38	66
Renesansa (P2)	47	32	39	67	44	31	38	70
Sara (P3)	45	34	40	76	37	36	37	99
Partizanka (P4)	38	34	36	87	36	34	35	95
Pesma (P5)	46	39	42	84	37	36	36	98
$\bar{X}_{Pp}$	44	34	39	76	40	33	37	84
F <sub>2</sub> potomstva								
P1 X P3	-42	<sup>h</sup> 44	43	106	<sup>d</sup> 37	<sup>h</sup> 46	42	126
P1 X P5	<sup>h</sup> 36	<sup>d</sup> 40	38	112	<sup>h</sup> 36	<sup>h</sup> 49	43	134
P2 X P3	-44	<sup>d</sup> 40	42	92	<sup>d</sup> 39	<sup>h</sup> 45	42	117
P2 X P5	-50	<sup>h</sup> 47	49	94	-40	<sup>d</sup> 37	39	91
P3 X P4	-42	<sup>h</sup> 45	43	108	-36	<sup>h</sup> 41	39	114
P3 X P5	-47	-40	44	85	<sup>h</sup> 45	-40	42	90
P4 X P5	-43	-37	40	86	-35	<sup>h</sup> 48	42	136
$\bar{X}_{Fp}$	44	43	44	97	38	44	41	114
$\bar{X}_E$	44	40	42	90	39	39	39	101
$\sigma^2_E$	41.4	131.5			24.5	50.5		
	LSD 0.05=5.354		LSD 0.01=7.121		LSD 0.05=4.268		LSD 0.01=5.711	

Posljedično prethodno promatranom kod roditelja, u F<sub>2</sub> potomstvima križanja, kriterij za poželjnu genetsku varijaciju bi bio naknaditi tih 30-tak postotaka odabirom onih genotipova iz F<sub>2</sub> potomstva koji iskazuju prosjeke broja zrna po klasu na razini onih na černozeu, ili većih. Kombiniranjem roditelja različite reakcije na abiotske stresne uvjete u F<sub>2</sub> potomstvima je u oba vegetacijska razdoblja iskazana pozitivna dominacija ili heterozis, što omogućava dovoljan prostor za selekciju i dalje oplemenjivanje genotipova sa razinom broja zrna po klasu na solonjecu, jednako i boljoj od one na černozeu (tab. 1).

Masa zrna po klasu. Na razini općeg prosjeka svih promatranih roditeljskih sorti pšenice uvjeti solonjeca su utjecali na umanjenje mase zrna po klasu oko 24%. Pri tomu, sorte su pokazale različite interakcijske vrijednosti genotip  $\times$  okolina. Utjecaj godine na prinos klasa na solonjecu je bio više izražen kod sorti 'Sara' i 'Partizanka', umjereno kod sorte 'Pesma' i manje kod sorti 'Pobeda' i 'Renesansa' (tab. 2).

Tablica 2. Prosječne vrijednosti mase zrna po klasu na černozeu ( $\bar{x}_{Cn}$ ) i solonjecu ( $\bar{x}_{So}$ ), te genotipski ( $\bar{x}_G$ ) i ekološki prosjeci ( $\bar{x}_E$ ), kao i razlike prosjeka svojstva na tipovima tla ( $\bar{x}_{Cn} - \bar{x}_{So}$ ).

Genotip	2009/2010				2010/2011			
	$\bar{x}_{Cn}$	$\bar{x}_{So}$	$\bar{x}_G$	d (%)	$\bar{x}_{Cn}$	$\bar{x}_{So}$	$\bar{x}_G$	d (%)
Roditelji								
Pobeda (P1)	1.70	1.22	1.46	72	2.05	1.31	1.68	64
Renesansa (P2)	1.83	1.37	1.60	75	1.89	1.31	1.60	69
Sara (P3)	1.65	1.13	1.39	68	1.60	1.49	1.55	93
Partizanka (P4)	1.42	1.33	1.38	94	1.77	1.31	1.54	74
Pesma (P5)	1.68	1.32	1.50	79	1.59	1.43	1.51	90
$\bar{x}_{P}$	1.66	1.27	1.46	76	1.78	1.37	1.57	77
F <sub>2</sub> potomstva								
P1 X P3	<sup>-</sup> 1.58	<sup>+</sup> 1.75	1.66	111	<sup>+</sup> 2.04	<sup>+</sup> 1.97	2.01	97
P1 X P5	<sup>-</sup> 1.33	<sup>-</sup> 1.56	1.44	117	<sup>-</sup> 1.59	<sup>+</sup> 1.99	1.79	125
P2 X P3	<sup>-</sup> 1.70	<sup>-</sup> 1.49	1.60	88	<sup>-</sup> 1.55	<sup>+</sup> 1.85	1.70	119
P2 X P5	<sup>-</sup> 1.86	<sup>+</sup> 1.90	1.88	102	<sup>-</sup> 1.40	<sup>-</sup> 1.53	1.46	110
P3 X P4	<sup>-</sup> 1.78	<sup>+</sup> 1.75	1.77	98	<sup>-</sup> 1.70	<sup>+</sup> 1.58	1.64	93
P3 X P5	<sup>-</sup> 1.84	<sup>+</sup> 1.71	1.78	92	<sup>+</sup> 1.96	<sup>-</sup> 1.57	1.77	80
P4 X P5	<sup>-</sup> 1.44	<sup>-</sup> 1.47	1.45	102	<sup>-</sup> 1.59	<sup>+</sup> 1.90	1.75	119
$\bar{x}_{EP}$	1.67	1.69	1.68	101	1.69	1.77	1.73	105
$\bar{x}_E$	1.66	1.54	1.60	93	1.73	1.60	1.67	93
$\sigma_E^2$	0.05	0.10			0.08	0.10		
	LSD 0.05=2.256	LSD 0.01=3.000			LSD 0.05=0.244	LSD 0.01=0.327		

## Zaključci

Program kreiranja sorti većeg nivoa toleriranja stresnih uvjeta uzgoja na alkaliziranom tlu u programu oplemenjivanju pšenice *in situ* je, u dosadašnjim paralelnim opitima na černozeu i solonjecu, dao obećavajuće rezultate za komponente uroda – broj i masu zrna po klasu pšenice. U dva vegetacijska perioda se pokazalo da uvjeti solonjeca smanjuju razinu prosjeka promatranih svojstava za 20-30%. Indukovana genetska varijabilnost u programu oplemenjivanja *in situ* na solonjecu, dobivena križanjem roditelja odabranih u prethodnim višegodišnjim opitima, daje perspektivu da je u F<sub>2</sub> populacijama moguće odabrati genotipove koji su na istoj ili većoj razini prosjeka broja i mase zrna po klasu dobivenih na černozeu. Sličnim postupkom i za ostale komponente prinosa otvara se mogućnost za kreiranje varijacije od koje je, daljim oplemenjivanjem, moguće dobiti sorte koje bi dostigle urod kojim bi se povećala uporabna vrijednost alkaliziranog tla tipa solonjec.

## Literatura

- Araus J.L., Slafer G.A, Roza C., Serret M., Dolires (2008). Breeding for Yield Potential and Stress Adaptation in Cereals. Critical reviews in plant sciences 27 (6): 377-412.
- Belić M. (1999). Uticaj meliorativnih mera na adsorptivni kompleks solonjeca. Doktorska disertacija. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Dashti H., Naghavi M.R., Tajabadipour A. (2010). Genetic Analysis of Salinity Tolerance in a Bread Wheat Cross, J. Agr. Sci. Tech. 12: 347-356
- Denčić S., Kastori R., Kobiljski B., Duggan B.(2000). Evaluation of grain yield and its components in wheat cultivars and landraces under near optimal and drought conditions. Euphytica. 113 (1): 43-52.
- Dimitrijević M., Petrović S, Belić M., Banjac B., Petrović M. (2011). Oplemenjivanje krušne pšenice na tolerantnost na stresne uvjete halomorfni tala. 46. Hrvatski i 6. Međunarodni simpozij agronoma. Opatija, 14. – 18. 02. 2011. Zbornik radova, 408-412.



## Selection criteria in wheat breeding for abiotic stress tolerance on alkaline soil

- Dimitrijević M., Petrović S., Belić M., Banjac B., Vukosavljev M., Hristov N. (2011a). The influence of solonetz soil limited growth conditions on bread wheat. *Journal of Agricultural Science and Technology (USA- David publishing)*, 5 (2) ser. 33, 194-201.
- Flowers T.J. (2004). Improving crop salt tolerance. *J. Exp. Bot.* 55: 307–319.
- García del Moral L.F., Rharrabti Y., Villegas D., Royo C. (2003). Evaluation of Grain Yield and Its Components in Durum Wheat under Mediterranean Conditions: An Ontogenic Approach. *Agronomy Journal*. 95 (2): 266-274.
- Isla R., Aragüés R., Royo, A. (2003). Spatial variability of salt-affected soils in the middle Ebro valley (Spain) and implications in plant breeding for increased productivity. *Euphytica* 134: 325–334.
- Petrović S., Dimitrijević M., Belić M., Banjac B., Bošković J., Zečević V., Pejić B. (2010). The variation of yield components in wheat (*Triticum aestivum* L.) in response to stressful growing conditions of alkaline soil. *Genetika* 42 (3): 545-555.
- Petrović S., Dimitrijević M., Banjac B., Belić M., Vukosavljev M. (2010a). Varijacija komponenti uroda krušne pšenice u stresnim uvjetima uzgoja na alkaliziranom tlu. 45. Hrvatski i 5. Međunarodni simpozij agronoma. Opatija, 15. – 19. 02. 2010. Zbornik radova, 475-479.
- Roy J.S., Tucker J. E., Tester M. (2011). Genetic analysis of abiotic stress tolerance in crops. *Current Opinion in Plant Biology* 14: 1–8.
- Sabir P., Ashraf M. (2008). Inter-cultivar Variation for Salt Tolerance in Proso Millet (*Panicum Millaceum* L.) at the Germination Stage. *Pak. J. Bot.* 40 (2): 677-682.
- Szabolcs I. (ed.)(1971). European solonetz soils and their reclamation. Akademiai Kiado, Budapest.
- Zheng Y., Zhenlin W., Xuezhen S., Aijun J., Gaoming J., Zengjia, L. (2008). Higher salinity tolerance cultivars of winter wheat relieved senescence at reproductive stage. *Environmental and Experimental Botany* 62 129–138.

sa2012\_o302

# Diversity of seeds size and weight of common beans landraces (*Phaseolus vulgaris* L.) in Kosovo

Shukri FETAHU, Sali ALIU, Imer RUSINOVCI, Besa KELMENDI, Hajrulla CAKA, Nevzad MALIQI

University of Prishtina, Faculty of Agriculture and Veterinary, Boulevard Bill Clinton nn., 10000 Prishtina, Kosovo (e-mail; shfetahu@hotmail.com)

## Abstract

Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is the most important vegetable species in food consumption in the country. The level and distribution of genetic variation of landraces is still unknown but of great interest in planning of breeding programs. The objectives of research were: evaluation of the diversity of seed dimensions and weight of 1000 seeds for different common bean landraces. For this purpose were conducted field trials during the 2010, according random complete block design (RCBD), were planted 30 landraces in three replications. The results obtained were compared with cultivar (white beans - standard) and with experimental gene value ( $\mu$ ) for landraces from different regions in Kosovo.

Key words: common beans, landraces, diversity, seeds.

## Introduction

The common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is one of 10 most important crops in the world, with a production of 20.394.893 tons/year dry beans, ranking directly after soybean in the world production of grain legumes (FAOSTAT, 2010). In Kosovo, common bean are sown in 7505 ha, with average yield 0.9 t/ha, with annual consumption 11.53 kg per capita. Cultivation for a long time of the bean in different agro ecological conditions has created high diversity and variability of the bean. Some of them are linked to the traditional cultivation (Fetahu et al., 2010). Morphological average values estimated in Kosovo common bean accession was 79.98 % (Zeka, 2007).

The Genetic analysis of diversity of some surviving on-farm Italian common bean landraces was obtained (Lioi et al., 2005.) The size of the grain is very important for the consumer, that's why one of the breeding directions is to select plants with bigger seeds and in the same time with good technological traits (Stoilova, 2009; Tamara et al., 2009). Characterization of landraces, allows quantification and structuring of the genetic variability in the germ plasma which is highly important for pre breeding improvement of program and for the conservation of genetic diversity and variability (Tamara et al., 2009).

Genetic diversity of landraces is thought to be the most economic valuable part of global biodiversity and is considered of paramount importance for future world production (Gomez et al. 2004). Seeds of common bean possessed different shapes, sizes and colour. A shape of the seed is important systematic trait (Hristoforov, 1973; Apostolova et al., 2005) for the description of the diversity and market realization of the common bean. The aim of the research was genotype evaluation of landraces for the determination of three dimensions and weight of 1000 seeds for diversity and variability between genotypes landraces.

### Material and methods

The seed of common bean landraces were collected in different rural areas and different regions of Kosovo, and one a standard cultivar “White bean” (from Turkey) were used for the field trial in the year 2010. Diversity and variability of landraces were conducted in two parts:

Field research: A collection of 30 common bean genotypes landraces and one cultivar were used in the study for comparing, the seeds were sowed on Experimental Didactic Farm (EDF) of the Faculty, according to the Random complete design block with three repetitions (RCDB). Seeds of each landraces and standard are sowed two rows with distance: (5 m x 70 cm x 25 cm 2 x 2 seeds) x 31 = 7440 seeds, the total surface area S= 851 m<sup>2</sup>. Laboratory research; seeds dimensions were identified in 50 seeds in three replications for length, width, thickness and weight of 1000 seeds. For data analyses were used ANOVA, LSD-tests and Grouping Information Using Fisher Method - Hsu's MCB (Multiple Comparisons with the Best) One-way ANOVA. Cluster Analysis of Observations, Pearson Distance, Complete Linkage and Amalgamation Steps, are presented in the dendrogram. Gene average value ( $\mu$ ), were calculate for all the landraces.

### Results and discussion

Seed length for different landraces is a specific reaction, and they depend from: genotype, agro ecology conditions and applied agro techniques during traditional farming system in rural areas. All common bean landraces, were smaller in length than the seeds of standard cultivar “White bean”, while the minimum length of seed, was found to the landraces FAGB-24, and compared with standard cultivar differences was  $d = - 0.5561$  cm or 30.05%.

Genotype evaluation of landraces, compared with the average effects of gene value  $\mu$ , the differences between landraces represent structural diversity in two directions:  $d = \text{Max} - \mu = 0.162$  cm or 8.8293%, which had the greatest length of seed value of  $\mu$ , and with the length less than the value  $\mu$  or  $d = \text{min} - \mu = -0.3941$  cm or - 23.55%.

The traits with minimal variability from all treatments and landraces was width of the seeds, which were differed genotype with maximum and minimum width, value of seeds were: FAGB-30 with value  $X=1.012$  cm and FAGB-24 with value  $X= 0.739$  cm, details of the variability regarding with this traits are presented in Table 1 and 2.

Tab.1. Genotypes diversity and variability for common bean landraces

Traits	Diversity	x	$\mu$	d	%	St.	d	%
Length (cm)	Max-standard	1.834	1.672	0.162	8.829	1.834	0.000	0.00
	Min- FAGB-24	1.278	1.672	0.394	23.559	1.834	0.556	30.30
	D	0.556	---	---	32.388	---	---	30.30
Width (cm)	Max-FAGB-30	1.012	0.967	0.044	4.132	1.002	0.010	0.99
	Min-FAGB-24	0.739	0.967	0.228	23.762	1.002	0.263	26.24
	D	0.273	---	---	28.205	---	---	27.23
Thickness (cm)	Max-FAGB-12	0.692	0.534	0.158	29.549	0.641	0.051	8.06
	Min-FAGB-20	0.458	0.534	0.076	14.213	0.641	0.182	28.44
	D	0.234	---	---	43.762	---	---	36.50
Weight of 1000 seeds (g)	Max-FAGB-06	639.3	541.9	97.4	17.97	629.2	10.1	1.60
	Min- FAGB-24	357.1	541.9	184.8	34.10	629.2	272.1	43.24
	D	282.2	--	--	52.07	--	--	44.84

x- Genotype Mean value;  $\mu$ -Average gene value; St- Standard cultivar; D- Diversity; d- Difference; Percentage (%)

Seed thickness, was the characteristic with greater and variability diversity, for this traits for all landraces including in research, they expressed effect of impact of genotype structure, environmental, agro ecological and cultivation conditions in different locality and other side traditional farming system of cultivations of common bean. Thickness of the seed is depending on dicotyledonous capacity and physiological activity of the seed for the different landrace. Landraces with extreme value of seeds thickness was with overall range of variability 43.765% compared with the  $\mu$  value, while compared with value of “White bean” standard cultivar, variability it was 36.50%. Regarding three dimensions of seed traits a significant differences were achieved for all traits, but most of diversity and variability was found for seed thickness.

Weight of 1000 seeds, for all landraces was with maximal diversity by exploring all traits which were investigated. Variability between landraces was 52.07% compared with the value of  $\mu$ , as compared with standard "White bean" was for 44.84%. Investigated traits were with high significant differences for the value of P 0.01 (details are presented in Table 1 and 2).

After detailed analysis of three dimensions of seed and weight of 1000 seeds of various landraces in common beans, was determined great diversity and variability between landraces genotype. Such diversity and variability, they do represent distinct and very specific heterogeneous genotype and are very important value in production and genetic improvement of landraces of common bean for food production. The analysis Complete linkage, Pearson, Distance, and grouping them with the dendrogram, the landraces arranged in specific groups and subgroups, such genotypes present very high distinct diversity among them, which is present in Fig.1.

Table.2. Characteristics of common bean seeds landraces in Kosovo

Landraces	Length (cm)	Width (cm)	Thickness (cm)	Weight of 1000 seeds (g)
FAGB-01	1.63l	0.83p	0.57e	502.ot
FAGB-02	1.71h	0.86n	0.60c	502.3t
FAGB-03	1.71h	0.88l	0.57e	579.3k
FAGB-04	1.73f	0.92j	0.57e	555.op
FAGB-05	1.67k	0.87m	0.57e	525.oq
FAGB-06	1.73f	0.98d	0.52i	639.3a
FAGB-07	1.70i	0.94h	0.53h	598.oj
FAGB-08	1.71h	0.94h	0.54g	493.00
FAGB-09	1.71h	0.96f	0.50k	604.oh
FAGB-10	1.72g	0.95g	0.53h	574.3l
FAGB-11	1.62m	0.86n	0.47n	510.1s
FAGB-12	1.67k	0.90k	0.69a	558.10
FAGB-13	1.57o	0.87m	0.49l	499.1u
FAGB-14	1.81c	0.99c	0.49l	616.3g
FAGB-15	1.63l	0.90k	0.52i	618.1f
FAGB-16	1.77d	1.01a	0.51j	603.3i
FAGB-17	1.82b	0.98d	0.56f	625.1d
FAGB-18	1.75e	0.98d	0.58d	637.1b
FAGB-19	1.77d	0.98d	0.53h	573.1m
FAGB-20	1.77d	0.93i	0.46o	519.1r
FAGB-21	1.55p	0.87m	0.48m	425.1ab
FAGB-22	1.60n	0.86n	0.49l	473.2z
FAGB-23	1.71h	0.97e	0.53h	564.1n
FAGB-24	1.28t	0.74r	0.54g	357.0ac
FAGB-25	1.49s	0.76q	0.54g	493.ov
FAGB-26	1.51r	0.86n	0.47n	476.oy
FAGB-27	1.54q	0.84o	0.50k	445.0aa
FAGB-28	1.70i	0.97e	0.58d	629.1c
FAGB-29	1.69j	0.95g	0.50k	487.1x
FAGB-30	1.73c	1.01a	0.49l	489.1w
St. FAGB-49	1.83a	1.00b	0.64b	629.2c
$\mu$	1.67	0.91	0.53	541.9
LSD 0.05	0.069	0.054	0.042	66.48
LSD 0.01	0.091	0.072	0.055	87.51

Means that do not share a letter are significantly different.

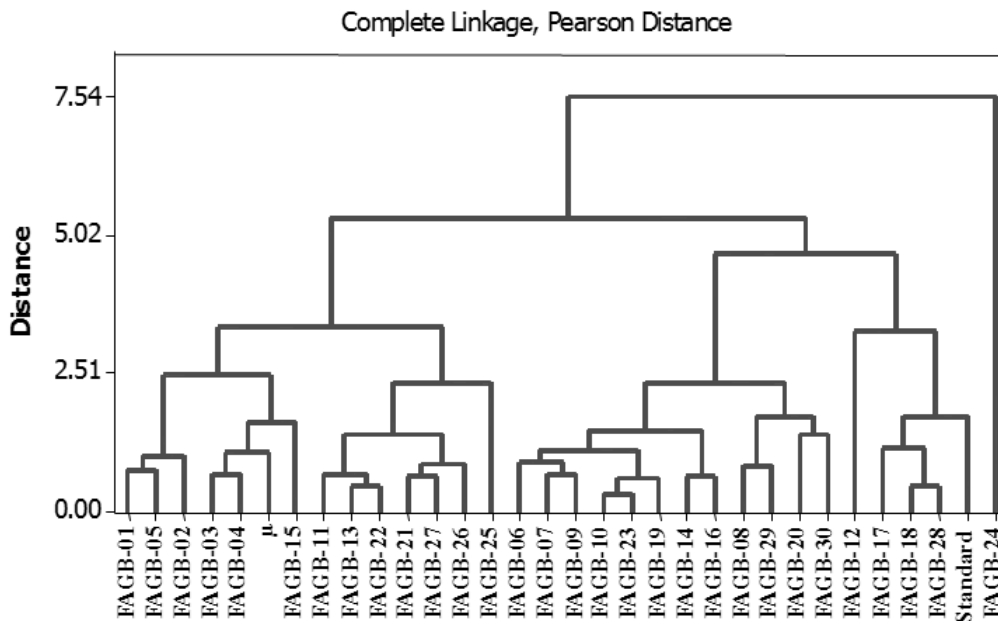


Figure 1. Genotype diversity of observations traits of common bean landraces

### Conclusions

Evaluation of genetic diversity and variability for the landrace of common beans, allows us to conclude the following:

Estimated traits and criteria used for evaluation diversity for three dimensions and weight of 1000 seeds, are full depending on the genotype structure, diversity and variability are highly significant differences.

The average gene value ( $\mu$ ) as the comparison instrument, proved to be the most appropriate tool for the characterization and evaluation of landraces than the standard, that was used for comparing.

Genotypes of landraces of common bean assessed are full diversity and represent a contribution to knowledge of genetic structure for collection, preservation of genetic resources and for food production.

### References

- Apostolova E., Svetleva, D. Genchev D. (2005). Diversity in size and shape of the seeds of Bulgarian Common bean genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.), BIC 48: 6-7.
- FAOSTA, (2010): Year book.
- Fetahu Sh., Bürstmayr H., Aliu S., Shala- Mayrhofer V., Cakaj H. and Haxholli I. (2010). Genotype characterization and evaluation of diversity and variability for common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Landraces in Kosova. Edition Scientific Research. ISBN: 978-3-900962-92-0. pp. 8-22.
- Gómez, O., Blair M.W., Frankow-Lindberg B., Gullberg U. (2004). Molecular and Phenotypic Diversity of Common Bean Landraces from Nicaragua. Crop Sci. 44: 1412-1418.
- Hristoforov I. (1973): Klasifikacia na obiknovenia fasul. 36-44. V: Koinov, G. (Ed.). Fasulat v Bulgaria. BAN. Sofia.
- Lioi L., Piervigiovanni A.R., Pignone D., Puglisi S., Santantonio M., Sonnante G. (2005). Genetic diversity of some surviving on-farm Italian Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces. Plant Breeding 124: 576-581.
- Stoilova T., Berova M. (2009). Morphological and aerobiological study on local germplasm of common beans (*Phaseolus Vulgaris* L.) and cowpea (*V. unguiculata* L.). Plovdiv. Anniversary Scientific Conference Biotechnol & Biotechnol. EQ. 23/2009/SE 385-388.120.
- Periera T., Coelho C.M.M., Bogo A., Guidolin A.F., Miquelluti, D.J. (2009). Diversity in common bean landraces from south Brazil. Acta Bot. Croat. 68 (1): 79-92.

Zeka D. (2007): Inventory of phenotype diversity of landraces of common beans of (*Phaseolus vulgaris* L.) in Kosova for a national gene bank. Master thesis. No. 50. Swedish University of Agriculture. Uppsala, ISSN. 1653-834x.

### **Acknowledgments**

Thanks to the Gene Bank of Kosovo, for giving the seed accessions on this purpose.

**sa2012\_0303**

# Grain yields of early maturity dent and flint ZP maize hybrids

Milomir FILIPOVIĆ, Jelena SRDIĆ, Milena SIMIĆ, Živorad VIDENOVIĆ,  
Čedomir RADENOVIĆ, Zoran DUMANOVIĆ, Života JOVANOVIĆ

Maize Research Institute, Zemun Polje, S. Bajića 1, 11080, Belgrade-Zemun, Serbia  
(e-mail: jsrdic@mrizp.rs)

## Abstract

Growing of early maize hybrids provided maize production as far north and on higher altitudes as possible, even in regions where they were not previously cultivated. These experiments were performed in Planinica - central part of Serbia at the altitude of 650 m, during four years (2001 - 2004). Nine ZP dent and nine flint hybrids of the FAO 100 and 200 were observed. In more favorable years two dent hybrids: ZP 290 (9.90 t/ha, 2002) and ZP 251 (10.22 t/ha, 2004) gave highest yields, while under unfavorable weather conditions two flints ZP 114 (7.45 t/ha, 2001) and ZP 125 (5.40 t/ha, 2003) were most productive. Flint hybrid ZP 115 (7.22 t/ha) was the highest yielding, on average. Also high yields were observed in two dents ZP 290 (7.10 t/ha) and ZP 248 (6.88 t/ha), and one flint ZP 246 (7.09 t/ha). Thus these four hybrids were characterized as genotypes of high yielding potential.

Key words: early maturity maize hybrids, FAO maturity groups, flints, dents, yield

## Introduction

Although maize is known to be thermophilic crop its production is being spread even in regions in which maize was not previously cultivated, due to the fact that maize, as either grain or silage, is a base for livestock feeding. In Russian Federation, there is a need to cultivate maize even up to latitude of 56°. Some predictions of climate changes indicate that according to the global warming, forage maize could be introduced into southern Finland without risks of too short vegetation season, night frosts and cool periods, even by the mid-century (Peltonen-Sainio et al., 2009). Solving of this problem is in breeding of early and ultra early maturity maize hybrids of FAO maturity groups 100 and 200, which reach maturity in 100-110-days period. These hybrids, due to their short growing season, can mature under unfavorable temperature conditions.

Moreover, the advantage of these hybrids is in the fact that they are harvested earlier under more favorable conditions and with grain moisture at harvest of about 14%, hence there is no need for grain drying. Furthermore, early maturity hybrids can be grown as stubble crops for grain or silage in maize growing regions. The leaf area index (LAI) of early maturity hybrids is smaller than the LAI of late maturity hybrids, so they can be grown in higher sowing densities up to 100,000 plants per hectare due to their smaller habitat. New generations of maize hybrids are characterized with a better ability of plants to be grown in a denser stand, as they were selected under such conditions (60-100,000 plants ha<sup>-1</sup>) (Simić et al., 2009). The higher density results in the modified appearance of the maize genotype plant and newer generations of maize hybrids have less robust plants, ears that are placed lower, while the angle of top leaves in relation to the stalk is smaller.

Flint genotypes dominate among ultra early maturity maize genotypes, especially those originating from Canada and France. Under wet and cold growing conditions, flint maize genotypes express greater yielding potential and have a faster dry down rate in relation to dents. Under lowland conditions, as well as, under conditions of stubble crop sowing, dent genotypes have an advantage among early maturity hybrids Frei (2000).

Breeding programme of early maturity maize hybrids at the Maize Research Institute, Zemun Polje was established in the 1970s and 83 early maturity hybrids of the FAO maturity groups 100 and 200 have been released so far (ZPTK 196 is well known).

The aim of the present study was (i) to observe yields of recently developed ZP maize hybrids obtained at 650 m above sea in Serbia, (ii) to establish which genotype had the highest yield and (iii) to select three to four yielding genotypes to be used in practice.

### Material and methods

Experiments were performed on reddish brown soil in Planinica during four years (2001-2004). Planinica is located at 650 m above sea level, 125 km south-east of Belgrade. According to its weather conditions it is a typical location with a shorter growing season and therefore suitable for selection of early maturity maize hybrids. This soil is extremely acid in the 0-20-cm layer - pH in H<sub>2</sub>O is 5.42 and KCl is 4.46; humus content amounts 2.19%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 8.0 (poor in available phosphorus) and K<sub>2</sub>O - 13.8 (moderately supplied with potassium) (Biberdžić et al., 2004). Soil is susceptible to erosion. The importance of testing maize on this acid soil is high, because maize is often grown on such soils, and hybrids selected on this soil are more adaptable. Besides, this experimental breeding station for ZP maize hybrids has similar weather conditions as targeted regions for these hybrids.

Weather conditions varied in the April-October period during the four-year study. The precipitation sum amounted to 686.1, 623.8, 438.5 and 544.3 mm in 2001, 2002, 2003 and 2004, respectively. The lowest precipitation sum was recorded in 2003 where there were two periods with lack of precipitation, the first in June and the second, more pronounced, in August. Although in 2002 precipitation was sufficient, there was one short period in June with a low precipitation sum. This period did not significantly affect yield. According to the sums and distributions of precipitation, 2004 was the most favorable year, while the highest oscillations in precipitation during growing season were recorded in 2001.

A three-replication trial was set up according to the split-plot method. The sowing density was 71,425 plants ha<sup>-1</sup> (70 x 20 cm). The experimental plot size was 7.0 m<sup>2</sup>. Nine ZP dent hybrids (ZP 118; ZP 205; ZP 207; ZP 228; ZP 245; ZP 248; ZP 251; ZP 274 and ZP 290) and nine ZP flint hybrids (ZP 105; ZP 114; ZP 115; ZP 125; ZP 138; ZP 196; ZP 219; ZP 225 and ZP 246) were studied. Among dent hybrids one was of FAO maturity group 100 (ZP 118) and eight hybrids of FAO maturity group 200. Six flint hybrids of FAO maturity group 100 and three hybrids of FAO maturity group 200 were studied. Maize grain yield was measured at the end of the growing cycle from the two inner rows and calculated with 14 % of moisture.

All observed data were analyzed by two-factorial analysis of variance (ANOVA), where the year was factor A (4), while hybrid was factor B (18). Treatment means were compared using Fisher's least significant difference (LSD) test ( $p=0.05$ ).

### Results and discussion

This study showed that yields of the early ZP maize hybrids significantly varied according to the both examined factors, i.e. year and the genotype and their interaction (Table 1).

Table 1. ANOVA of maize grain yield for the year, genotype, and their interaction

Sources of Var.	D.F.	Mean Square
Replication	2	0.33
Year	3	99.78**
Genotype	17	3.51**
Year x Gen.	51	2.90**
Error	142	0.21

\*\* - significant at the 0,01 probability level

Results obtained in the 2001-2004 period (Table 2) indicate that there were significant differences in yields over years. The highest average yield of 7.19 t/ha was recorded in 2002, and almost the same yield was



## Grain yields of early maturity dent and flint ZP maize hybrids

observed in 2004 (7.18 t/ha). Significantly lower yields were recorded in remaining two years (6.50 t/ha in 2001, and 4.32 t/ha in 2003).

Table 2. Yields (t/ha) of early maturity ZP maize hybrids obtained in Planinica in the 2001-2004 period

	Hybrids	2001	2002	2003	2004	Average
Dents	1. ZP 118	6.65	7.46	3.78	7.78	6.42
	2. ZP 205	6.72	5.74	4.35	7.35	6.04
	3. ZP 207	6.97	5.55	4.80	5.74	5.77
	4. ZP 228	6.47	5.89	4.99	6.14	5.87
	5. ZP 245	7.02	7.94	4.67	6.36	6.50
	6. ZP 248	7.19	8.42	4.13	7.79	6.88
	7. ZP 251	6.65	6.69	▽3.55	▲10.22	6.78
	8. ZP 274	▽4.61	8.46	3.76	7.77	6.15
	9. ZP 290	6.09	▲9.90	3.68	8.74	7.10
Flints	10. ZP 105	5.74	6.81	4.37	6.46	5.85
	11. ZP 114	▲7.45	6.97	4.90	6.28	6.40
	12. ZP 115	7.16	8.98	5.04	7.71	7.22
	13. ZP 125	5.12	5.59	▲5.40	▽5.48	5.40
	14. ZP 138	6.71	7.01	4.10	7.27	6.27
	15. ZP 196	6.27	▽5.37	3.55	7.37	5.64
	16. ZP 219	6.73	6.75	4.20	5.77	5.86
	17. ZP 225	6.36	7.22	4.38	6.52	6.12
	18. ZP 246	7.14	8.74	4.04	8.42	7.09
	Average	6.50b	7.19a	4.32c	7.18a	6.30

LSD 0.05 for the year (A) = 0.34; for the hybrid (B) = 0.39; the interaction (AxB) = 0.75; ▲= Hybrids with the highest yields during the year; ▽= Hybrids with the lowest yields during the year.

These results are in agreement with analyzed weather conditions. It is important that studies were carried out in two years with unfavorable weather conditions and two years with favorable weather conditions, as it is very significant for the selection of the best genotypes under such conditions. Besides, it was observed that the highest yields under unfavorable conditions were registered in two flint hybrids of the FAO maturity group 100: ZP 114 - 7.45 t/ha (2001) and ZP 125 - 5.40 t/ha (2003). On the other hand, the highest yields under favorable conditions were observed in two dent hybrids: ZP 290 - 9.90 t/ha (2002) and ZP 251 - 10.22 t/ha (2004). It is very important when a dent is a female component, and other two inbreds are flints in a three way cross hybrids, because the end result will be a semi-flint hybrid. The advantage of such hybrids lies in the fact that semi-flints as female components have high yields in the seed production and under lowland conditions of the more arid continental climate Frei, (2000).

Studied genotypes expressed significant variations in yields. The highest yielding genotype on average was ZP 115 with 7.22 t/ha. The least variation in yields over years was detected in this hybrid, meaning that this hybrid was more stable than other hybrids, which is desirable trait. It is of particular importance that this hybrid belongs to the FAO maturity group 100. There were no significant differences between this and following three hybrids ZP 290 - 7.10 t/ha, ZP 246 - 7.09 t/ha and ZP 248 - 6.88 t/ha (Figure 1). These four hybrids have erect leaves, tassels with two to three branches and very good other phenotypic and genetic traits, hence they were selected as hybrids with great yielding potential. Radenović et al. (2010) observed correlation between the erect position of the top leaves and a greater dry down rate in the grain maturation period in studied inbred lines.

However, the degree of utilisation of maize genetic yielding potential mostly depends on weather conditions and the level of maize cropping practices (Kresović et al., 2004; Videnović et al., 2005; Videnović et al., 2007).

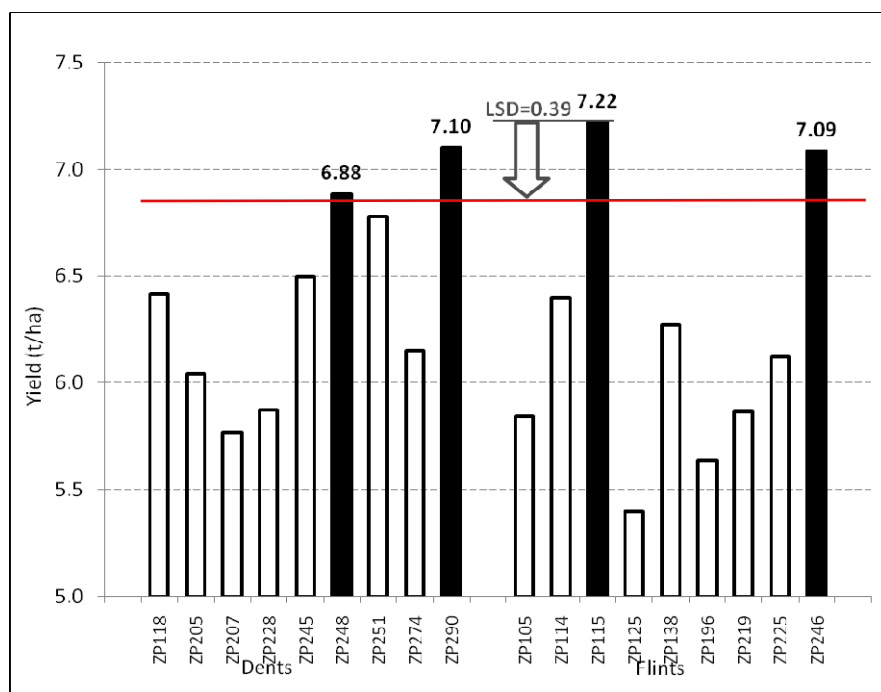


Figure 1. Graphic presentation of early maturity ZP maize hybrids in Planinica (2001-2004)

## Conclusions

The results of this study showed that:

- Maize yields in the 2001-2004 period significantly varied. The highest average yield of 7.19 t/ha was recorded in 2002, and in 2004 it was almost the same (7.18 t/ha). Significantly lower yields were recorded in remaining two years (6.50 t/ha in 2001, and 4.32 t/ha in 2003).
- Significant differences were established in yields among observed genotypes. The highest yields under unfavorable conditions were registered in two flint hybrids: ZP 114 - 7.45 t/ha (2001) and ZP 125 - 5.40 t/ha (2003). On the other hand, the highest yields under favorable conditions were detected in two dent hybrids: ZP 290 - 9.90 t/ha (2002) and ZP 251 - 10.22 t/ha (2004).
- Hybrid ZP 115 with 7.22 t/ha was the highest yielding genotype, and its yield had least variation over years. There were no significant differences between this and hybrids ZP 290 - 7.10 t/ha, ZP 246 - 7.09 t/ha and ZP 248 - 6.88 t/ha. Based on the obtained results these four genotypes were pointed out as genotypes of high yielding potential.

## References

- Biberdžić M., Dugalić G., Jovanović Ž., Jovović Z., Ilić T. (2004). Prinos kukuruza u zavisnosti od đubrenja kiselih zemljišta. *Agro-knowledge Journal*, University of Banjaluka, Faculty of Agriculture 5: 59-65.
- Frei, O.M. (2000). Changes in yield physiology of corn as a result of breeding in northern Europe. *Maydica* 45: 173-183.
- Kresović, B., Videnović Ž., Tolimir M. (2004). Genotype and environment interaction effect on heterosis expression in maize. *Genetika* 36: 171-180.
- Peltonen-Sainio P., Jauhiainen L., Hakala K., Ojanen H. (2009). Climate change and prolongation of growing season: changes in regional potential for field crop production in Finland. *Agricultural and Food of Science* 18: 171-190.

## Grain yields of early maturity dent and flint ZP maize hybrids

- Radenović Č.N., Grozdinski D.M., Filipović M.R., Radosavljević M.M., Videnović Ž.V., Denić M.P., Čamdžija Z.F. (2010). The Prestigious Maize Lines and Hybrids with Erect Top Leaves Area Characterised by a Property of an Efficient Photosynthetic Model and a Satisfactory base for the Further Progress in Breeding and Selection. *Physiology and Biochemistry of Cultivated Plants* 42: 187-201.
- Simić, M., Dolijanović Ž., Maletić R., Filipović M., Grčić N. (2009). The genotype role in maize competitive ability. *Genetika* 41: 59-67.
- Videnović Ž., Stefanović L., Simić M., Kresović B. (2005). Tendencies in maize growing practices in Serbia. *International Maize Conference: Accomplishments and Perspectives, Book of Abstracts* p. 19-20.
- Videnović Ž., Stefanović L. Simić M., Kresović B. (2007). Trends in maize growing practices in Serbia. *Herbologia*, 8: 85-94.

## Acknowledgments

This study was financially supported by the Ministry of Science and Education of the Republic of Serbia through Project TR-31037.

sa2012\_0304

# Učinak sklopa, pinciranja i vegetacijske sezone na svojstva sjemenjače blitve

Josip HARAMIJA<sup>1</sup>, Nada PARAĐIKOVIĆ<sup>2</sup>, Zdravko MATOTAN<sup>3</sup>, Vlado GUBERAC<sup>2</sup>, Tomislav VINKOVIĆ<sup>2</sup>, Dijana HORVAT<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja, Ulica grada Vukovara 78, 10000 Zagreb, Hrvatska (e-mail: josip.haramija@vip.hr)

<sup>2</sup>Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet, Trg Sv. Trojstva 3, 31000 Osijek, Hrvatska

<sup>3</sup>Podravka d.d., Ante Starčevića 32, 48000 Koprivnica, Hrvatska

<sup>4</sup>Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Milislava Demerca 1, 48260 Križevci, Hrvatska

## Sažetak

U ovom istraživanju je ispitan utjecaj sklopa, pinciranja i vegetacijske sezone na prinos sjemena i visinu sjemenjače blitve. Istraživanje je provedeno u Podravini (Hrvatska) tijekom tri sezone na sorti 'Srebrnolisna', rebrastog tipa.

Značajno najveći prinos sjemena blitve po biljci (45,74 g) zabilježen je u rijetkom sklopu od 25.000 biljaka ha<sup>-1</sup>, a najmanji prosječni prinos (16,52 g) zabilježen je u gustom sklopu 150.000 biljaka ha<sup>-1</sup>. Prve godine istraživanja prosječni prinos sjemena blitve po biljci je bio najveći i iznosio je 37,82 g, a treće godine istraživanja je iznosio 24,53 g. Visina sjemenjače blitve bila je značajno najviša 162,77 cm kod najmanjeg sklopa od 25.000 biljaka ha<sup>-1</sup>, a najniža 148,51 cm kod najvećeg sklopa od 150.000 biljaka ha<sup>-1</sup>.

Ključne riječi: *Beta vulgaris ssp. cycla*, prinos sjemena, sklop, sorta

## Effect of plant density, decapitation and vegetation season on swiss chard seed properties

### Abstract

In this study the effect of plant density, decapitation and vegetation season on seed yield and the height of the swiss chard seed plant was investigated. The study was conducted during three seasons on swiss chard cord cultivar called Srebrnolisna, in Podravina, Croatia. Significantly highest average seed yield per plant, 45.74 g, was recorded on the smallest plant density (25.000 plant ha<sup>-1</sup>), while the lowest average yield per plant was obtained on the greatest plant density (150.000 plant ha<sup>-1</sup>). The highest average seed yield per plant was obtained in the first year of investigation (37.82 g). In the third year of investigation only 24.53 g per plant was recorded. The height of seed plant was significantly the highest (162.77cm) in smallest plant density of 25.000 plant ha<sup>-1</sup>, and the smallest height (148.51 cm) was recorded on the greatest plant density of 150.000 plant ha<sup>-1</sup>.

Key words: *Beta vulgaris ssp. cycla*, seed yield, plant density, variety

### Uvod

Blitva je iznimno korisna u prehrani. Ninfali i sur. (2007.) su utvrdili pozitivano obilježje i biološku aktivnost glavnih flavonoida iz blitve –tvari koje smanjuju rizik nastanka raka želuca, debelog crijeva i dojke, te sprečavaju mogući utjecaj kancerogenih tvari. Blitva je treća povrtna kultura iza graška i graha po prodaji

---

Proceedings . 47th Croatian and 7th International Symposium on Agriculture . Opatija . Croatia (280–283)

sjemena u Republici Hrvatskoj (Haramija i sur., 2009.). Najzastupljenija sorta blitve u Hrvatskoj je 'Srebrnolisna'. U sortnoj listi se navode sinonimi za blitvu rebrastu – 'Swiss chard': Glater silber = Verte a carde blanche, srebrnolisna, srebrnolisna blitva, srebrnolisni mangold. U zadnje vrijeme blitva se koristi i za ukrasne svrhe.

Heisteringer (2007.) navodi da sorte blitve s crvenim, narandastim, ružičastim i žutim petaljkama nisu toliko povoljne za proizvodnju sjemena, jer nisu tako otporne na zimu kao sorte s bijelim ili zelenim petaljkama. Pinciranje je uobičajena mjera kod proizvođača sjemena stočne repe, a u novije vrijeme i blitve u Podravini, pogotovo kod usjeva s rjeđim sklopom. Haramija i sur. (2010.) navode da sklop sjemenske blitve od 150.000 biljaka ha<sup>-1</sup> daje značajno veći prinos sjemena (prosječno 2766,08 kg ha<sup>-1</sup>) u usporedbi sa rjeđim sklopom od 100.000 biljaka ha<sup>-1</sup> (prosječno 2297 kg ha<sup>-1</sup>). Čorić (2007.) navodi da je u 2004/2005 godini u Hrvatskoj bilo deklarirano ukupno 32.077 kg sjemena blitve.

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj sklopa, pinciranja i vegetacijske sezone na pokazatelje prinosa sjemenske blitve.

### Materijal i metode

Istraživanje je provedeno tijekom tri sezone od 2004. do 2007. godine na blitvi sorte 'Srebrnolisna' koja je i najraširenija sorta blitve u Hrvatskoj. Blitva je uzgajana na otvorenom polju u blizini naselja Đelekovec, u sjeverozapadnoj Hrvatskoj, gdje se nalazi i meteorološka postaja. Tijekom pokusa obavljene su sve uobičajene mjere njege sjemenskog usjeva blitve. Na četiri različita sklopa od 25.000, 50.000, 100.000 i 150.000 biljaka ha<sup>-1</sup> (faktor A), sa i bez pinciranja (faktor B), tijekom tri vegetacijske sezone (faktor C) promatrani su prosječan prinos sjemena po biljci te visina sjemenjače blitve.

Pinciranje se obavljalo u svibnju, pred cvatnju, kada je sjemenjača bila visoka 50-70 cm. Ovom mjerom zakidaju se vršni dijelovi grana sjemenjača u dužini oko 5 cm. Sjeme se sa sjemenjača skidalo ručno, te je nakon sušenja očišćeno u doradi sjemena u Ludbregu.

Pokus je bio postavljen po metodi slučajnog bloknoeg rasporeda u četiri ponavljanja. Veličina osnovne parcele je iznosila 15,6 m<sup>2</sup>. Na parceli su bila posijana 4 reda s razmakom od 65 cm. Obračunska parcelica je imala površinu 6,5 m<sup>2</sup>. Razmak među ponavljanjima je iznosio 1 m. Veličina pokusa je bila 561,6 m<sup>2</sup>. Mjerenja su se izvodila na 10 biljaka sa svake obračunske parcelice. U tehnološkoj zriobi, sredinom srpnja, neposredno iznad zemlje su se rezale sjemenjače blitve, te se određivala visina biljke i prinos sjemena po biljci. Visina biljke (u cm) se odredila mjerenjem od površine tla pa do vrha sjemenjače. Prinos sjemena je izražen u gramima po biljci. Dobiveni podaci su obrađeni statistički metodom analize varijance (ANOVA, F test i LSD test).

### Rezultati i rasprava

U tablici 1. prikazani su rezultati istraživanja utjecaja sklopa, pinciranja i vegetacijske sezone - godine na prinos sjemena po biljci. Prinos sjemena blitve je varirao od najmanje 12,68 g/biljci kod varijante A1B1C3 do najviše 65,90 g (A4B2C1). Prosječan prinos sjemena po biljci u ovom istraživanju iznosio je 29,37 g. U najgušćem sklopu A1 (150.000 biljaka ha<sup>-1</sup>) prinos je bio prosječno 16,52 g po biljci, u sklopu A2 (100.000 biljaka ha<sup>-1</sup>) 22,58 g/biljci, u sklopu A3 (50.000 biljaka ha<sup>-1</sup>) 32,66 g po biljci, dok je u najrjeđem sklopu A4 (25.000 biljaka ha<sup>-1</sup>) prinos sjemena po biljci bio značajno najviši 45,74 g po biljci. U prvoj godini istraživanja prinos sjemena po biljci bio je značajno najviši i iznosio je prosječno 37,82 g, u drugoj godini 25,77 g, a u trećoj godini prosječno 24,3 g.

Statističkom analizom dobivenih podataka nije utvrđen utjecaj pinciranja na prinos sjemena po biljci, iako je kod pinciranih biljaka prosječan prinos sjemena po biljci bio viši i iznosio je 29,90 g, a kod nepinciranih biljaka 28,85 g.

Značajno veći ( $P \leq 0,01$ ) prinos sjemena po biljci bio je pod utjecajem sklopa (A), godine (C), te interakcije sklopa i godine (A x C).

Tablica 1. Prinos sjemena po biljci sjemenske blitve (g) pod utjecajem sklopa (A), pinciranja (B) i godine (C)

Pinciranje (B)	Godina (C)	Sklop (biljaka ha <sup>-1</sup> ) (A)					
		150.000 (A1)	100.000 (A2)	50.000 (A3)	25.000 (A4)		
Prinos sjemena po biljci (g)							
Nepincirano (B1)	1. god. (C1)	16,23	25,98	42,75	63,13		
	2. god. (C2)	18,25	24,83	27,25	33,88		
	3. god. (C3)	12,68	18,15	25,33	37,80		
Pincirano (B2)	1. god. (C1)	17,25	24,58	46,75	65,90		
	2. god. (C2)	21,73	23,88	24,00	32,38		
	3. god. (C3)	12,98	18,08	29,90	41,35		
LSD	Sklop (A)	Pinciranje (B)	Godina (C)	Interakcije			
				A × B	A × C	B × C	A × B × C
0,01	2,16341	NS	2,35876	NS	6,13461	NS	NS
0,05	1,59645	NS	1,79193	NS	4,21651	NS	NS

NS=nije signifikantno

U tablici 2. prikazan je utjecaj vegetacijskog prostora i pinciranja na visinu sjemenjače blitve u razdoblju od tri godine. Tijekom istraživanja utvrđena je prosječna visina sjemenjače od 154,43 cm. Najveća zabilježena visina stabljike iznosila je 184,75 cm kod varijante A4B2C2, a najmanja 116,58 cm (A1B1C3). U najgušćem sklopu A1 (150.000 biljaka ha<sup>-1</sup>) bila je prosječno najmanja visina stabljike 148,51 cm, u sklopu A2 (100.000 biljaka ha<sup>-1</sup>) 149,31 cm, u sklopu A3 (50.000 biljaka ha<sup>-1</sup>) 157,50 cm, a u najrjeđem sklopu A4 (25.000 biljaka ha<sup>-1</sup>) najviša stabljika bila je 162,41 cm.

Statističkom obradom podataka utvrđen je statistički značajan utjecaj vegetacijskog prostora na visinu biljke, tj. smanjenjem sklopa sjemenske blitve povećava se njena visina. Međutim, pinciranje nije utjecalo na visinu biljke.

Godina istraživanja je također imala značajan utjecaj na visinu sjemenske blitve ( $P \leq 0,01$ ). U prvoj godini istraživanja prosječna visina stabljike je bila 166,23 cm, druge godine prosječno 173,81 cm, a u zadnjoj godini istraživanja prosječna visina stabljike je bila značajno najmanja i iznosila je 123,27 cm.

Tablica 2. Visina sjemenjače blitve (cm) pod utjecajem sklopa (A), pinciranja (B) i godine (C)

Pinciranje (B)	Godina (C)	Sklop (biljaka/ha) (A)					
		150.000 (A1)	100.000 (A2)	50.000 (A3)	25.000 (A4)		
Visina stabljike (cm)							
Nepincirano (B1)	1. god. (C1)	160,95	165,25	168,25	177,50		
	2. god. (C2)	162,63	169,38	182,75	178,20		
	3. god. (C3)	116,58	117,83	125,35	130,45		
Pincirano (B2)	1. god. (C1)	162,78	152,00	168,00	175,08		
	2. god. (C2)	169,25	166,63	177,00	184,75		
	3. god. (C3)	118,90	124,93	123,63	128,48		
LSD	Sklop (A)	Pinciranje (B)	Godina (C)	Interakcije			
				A × B	A × C	B × C	A × B × C
0,01	7,59500	NS	7,63401	NS	NS	NS	NS
0,05	5,60461	NS	5,79948	NS	NS	NS	NS

NS=nije signifikantno

Matotan (2004.) navodi da se druge godine vegetacije iz vegetativnog pupa blitve formira cvjetna stabljika koja naraste i do dva metra visine, a u ovim istraživanjima je utvrđena visina sjemenjače najviša 116,58 a najmanja 184,75 cm. Blitva je morfološki vrlo slična šećernoj repi te Todorić (1965.) spominje lisnatu repu - blitvu (*Beta vulgaris* var. *cicla*) i divlju repu (*Beta maritima*) kao praroditelje u stvaranju šećerne repe. Todorić (1965.) je utvrdio da su pincirane stabljike šećerne repe ostale niže tako pinciranjem šećerne repe na visini od 20 cm stabljika se smanjila oko 40 cm, a pinciranjem na 40 cm oko 20 cm u odnosu na nepincirane biljke, dok je u ovim istraživanjima utvrđeno da nema razlike u visini stabljike, jer su pincirane biljke sjemenske blitve imale prosječnu visinu sjemenjače-stabljike 154,43 cm, a nepincirane 154,59 cm.

## Zaključak

U ovim istraživanjima značajno najveći prinos sjemena blitve po biljci 45,74 g zabilježen je u najrjeđem sklopu od 25.000 biljaka ha<sup>-1</sup>, a najmanji prosječni prinos (16,52 g) zabilježen je u gustom sklopu 150.000 biljaka ha<sup>-1</sup>. Prve godine istraživanja prosječni prinos sjemena blitve po biljci je bio najveći i iznosio je 37,82 g, a treće godine istraživanja je iznosio 24,53 g. Visina sjemenjače blitve bila je značajno najviša 162,77 cm kod najmanjeg sklopa od 25.000 biljaka ha<sup>-1</sup>, a najniža 148,51 cm kod najvećeg sklopa od 150.000 biljaka ha<sup>-1</sup>. Povećanjem vegetacijskog prostora sjemenske blitve povećava se prinos sjemena po biljci i visina sjemenjače. Isto tako, ispitivana svojstva bila su pod značajnim utjecajem vegetacijske sezone iz čega se zaključuje da je sjemenska proizvodnja blitve nestabilna i strogo ovisna o klimatskim faktorima jer se radi o proizvodnji na otvorenom polju.

## Literatura

- Čorić D., (2007). Hrvatsko tržište sjemenom. *Sjemenarstvo* 24 (1): 41-50.
- Haramija J., Parađiković N., Vinković T., Guberac V., Matotan Z. (2009.). Proizvodnja sjemena blitve u Republici Hrvatskoj. *Sjemenarstvo* 26(1-2): 63-75.
- Haramija J., Parađiković N., Matotan Z., Guberac V., Vinković T. (2010). Efekt vegetacijske sezone i sklopa na pokazatelje prinosa sjemena blitve. *Zbornik radova 45. hrvatskog i 5. međunarodnog simpozija agronoma, Opatija*, str. 423-426.
- Heisteringer A. (2007.). *Handbuch Samengärtnererei*. Eugen Ulmer, Stuttgart, str. 103-105.
- Ninfali P., Bacchiocca M., Antonelli A., Biagiotti E., Di Gioacchino A.M., Piccoli G., Stocchi V., Brandi G. (2007.). Characterization and biological activity of the main flavonoids from Swiss Chard (*Beta vulgaris ssp. cycla*). *Phytomedicine* 14 (2-3): 216-221.
- Matotan Z. (2004). *Suvremena proizvodnja povrća*. Matotan Z. (ur.), Nakladni zavod Globus, Zagreb, str: 422-424.
- Todorić I. (1965.). Utjecaj težine sadnica, razmaka sadnje, rezanja sadnica i pinciranja na prirod sjemena šećerne repe. *Disertacija*. Sveučilište u Zagrebu. Poljoprivredni fakultet Zagreb.

sa2012\_0305

# Utvrdjivanje pokazatelja kvalitete sjemena heljde u ovisnosti o veličini frakcija i temperaturnom režimu

Radosav JEVDJOVIĆ<sup>1</sup>, Vladimir FILIPOVIĆ<sup>2</sup>, Jasmina MARKOVIĆ<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Institut za proučavanje lekovitog bilja "dr Josif Pančić", T. Košćuška 1 11000 Beograd, Srbija (e-mail: rjevdjovic@mocbilja.rs)

<sup>2</sup> Institut "Tamiš", Novoseljanski put 33, 26000 Pančevo, Srbija

<sup>3</sup> Investbiro d.o.o., Španskih boraca 38, 11070 Beograd, Srbija

## Sažetak

U radu su prikazani rezultati laboratorijskog ispitivanja tri frakcije sjemena heljde: prva frakcija prečnika 4,5 mm, druga frakcija prečnika 5,0 mm, treća frakcija prečnika 5,5 mm i nefrakcionirano sjeme koje je poslužilo kao kontrola (standard). Od morfološko-fizioloških pokazatelja ispitivani su energija klijanja, ukupna klijavost i fizičko-mehanički pokazatelj, masa 1000 sjemenki. Pri različitim temperaturnim režimima kao najkvalitetnija u ispitivanjima bila je treća frakcija prečnika 5,5 mm koja je imala najveće vrijednosti za sve pokazatelje. Kao najpovoljnija temperatura pokazala se konstantna temperatura od 20 °C, dok je najnepovoljnija bila temperatura od 10/20 °C naizmjenično 12/12<sup>h</sup>.

Zahvaljujući provedenim istraživanjima može se ustanoviti da je za praktični dio, odnosno proizvodnju i doradu sjemena, najvažniji sadržaj najkrupnije frakcije sjemena heljde.

Ključne riječi: heljda, energija klijanja, ukupna klijavost, masa 1000 sjemenki, temperatura, frakcije

## Defining quality indicators of buckwheat seeds depending on the fraction size and the temperature regime

### Abstract

This paper presents the results of laboratory testing, three fractions of buckwheat seeds: the first - 4.5 mm size fraction, the second - 5.0 mm size fraction and the third - 5.5 mm size fraction and unfractionated seed which was used as control (standard). Morphological and physiological parameters: germination energy and total germination and physical-mechanical parameter, the weight 100 – seed were investigated. At different temperature regimes as the best results was the third fraction size - 5.5 mm, which had the highest values for all parameters. As the most suitable temperature proved to be a constant temperature of 20 °C, while the most negative was the temperature of 10/20 °C 12/12h alternately.

Thanks to the numerous studies, it can be concluded that for practical or seed production and processing, the most important is content of the broadest fraction of buckwheat seed.

Key words: buckwheat, germination energy, total germination, seed weight, temperature at investigation, fractions



## **Uvod**

Heljda (*Fagopyrum esculentum* Moench.) jednogodišnja zeljasta biljka iz obitelji *Polygonaceae*. Rod *Fagopyrum* obuhvaća 15 vrsta, a istraživanja na običnoj heljdi *Fagopyrum esculentum* Moench.

Najznačajniji sastojci biljke su flavonoidi. Rutin, kvercetin i hiperozid prisutni su u najvećoj količini u listovima heljde. Od svih dijelova biljke lišće sadrži najviše heterozida rutina i do 8% (Arsić i sr., 2008). Tijekom 2009. godine na više lokacija uz primjenu meliorativnih dodataka i nesimbiotskih azotofiksatora dokazan je njihov utjecaj na sadržaj rutina u listu heljde (Dražić i sur., 2009). Heljda je vrlo dobra paša za pčele jer ima dugo razdoblje cvatnje i pogodan cvijet za posjećivanje insekata. Plod heljde je trokutast, s oštrim rubovima. Ljuska ploda čini od 25 do 40% od ukupne mase.

Nakon ljuštenja ploda, ljuske se koriste za punjenje kvalitetnih jastuka i madraca. Sjeme heljde koristi se za prehranu ljudi jer je bogato ugljikohidratima, probavljivim bjelančevinama, mineralima i drugim tvarima. Brašno heljde ne sadrži bjelančevine lijepka i kao takvo nije pogodno za pravljenje kruha, ali u kombinaciji sa pšeničnim je moguće, pre svega je značajno za oboljele od celijakije. Brašno je takođe pogodno kao kvalitetna kaša. Zbog velike hranljivosti služi i za hranidbu stoke.

U dvogodišnjim istraživanjima provedenim u agroekološkim uvjetima grada Pančeva, ispitivani su uticaji rokova setve na prinose i kvalitet sorte heljde "NS-94". Prinos je bio značajno veći u prvih pet rokova setve u odnosu preostala tri roka setve. Bolja kvaliteta sjemena (energija klijanja, ukupna klijavost i masa 1000 sjemena) zabilježena je kod sjemena petom, šestom, sedmom i osmom roku setve (Jevđović i sur., 2008). Klijavost i uporabna vrijednost sjemena ovisi o stanju i starosti sjemena. Sjeme staro pet i više godina bez obzira na odgovarajuće uvjete čuvanja nema više nikakvih kvalitativnih osobina pa samim tim ni uporabnu vrijednost. Primijećeno je da se s dužinom čuvanja smanjuje i masa sjemena. Kada su u pitanju frakcije sjemena zapaža se da sitna frakcija najbrže gubi kvalitetu, a da ga srednja najduže zadržava (Jevđović i Maletić, 2003).

Istraživanja kvantitativnih i kvalitativnih osobina sjemena heljde sorte Bedija pokazala su da su veći prinosi ostvareni u prvoj godini s više padalina, dok je veća klijavost sjemena zabilježena u drugoj (sušnjoj) godini i to na obje lokacije. U prvoj (vlažnijoj) godini više vrijednosti ispitivanih parametara ostvarene su na lokalitetu na nižoj nadmorskoj visini, dok je u drugoj (sušnoj) godini bilo obratno (Maletić i Jevđović, 2003).

U istraživanjima Filipovića i sur. (2005) dokazana je opravdanost upotrebe certificiranih organskih gnojiva u cilju povećanja prinosa i visine stabljike heljde sorte Bedija.

Cilj istraživanja bio je utvrditi da li krupnoćas sjemena i različite temperature ispitivanja utječu na klijanje sjemena heljde kao i da se ispituju i utvrde frakcije koje će imati bolje sjetvene kvalitete.

## **Materijal i metode**

Istraživanja su provedena u laboratoriji za sjemenarstvo Instituta za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić" u Pančevu, tijekom 2010. godine. korišteno je domaće sjeme sorte heljde "Bedija", proizvedeno i doručeno na proizvodnim površinama i laboratoriju za sjemenarstvo Instituta.

Iz prosječnog uzorka (20 kg) izdvojeno je oko 2,0 kg za sjeme kontrole – standarda. Preostali sjemenski materijal je pomoću sita s okruglim otvorima razdvojen na tri frakcije: prva frakcija prečnika 4,5 mm, druga frakcija prečnika 5,0 mm, treća frakcija prečnika 5,5 mm i nefrakcionirano sjeme koje je poslužilo kao kontrola (standard).

Za svaku frakciju sjemena, metod uzorkovanja obuhvatili su prosječan uzorak, kontrolu (standard) i radne uzorke od 1000 sjemena (10 x 100) za ispitivanje karakteristika sjemena.

Laboratorijska ispitivanja sjemena obuhvatila su ispitivanje tj. utvrđivanje fizičko-mehaničkih osobina sjemena (masa 1000 sjemena u svakoj frakciji (ISTA, 2008)) i morfološko fizioloških osobina (Energija klijanja – EK, Ukupna klijavost – UK). Na preciznoj vagi izmjerena je masa sjemena, a potom je vršeno naklijavanje u Petrijevim posudama na filter papiru na tri temperaturna režima: I – 20 °C konstantno, II – 10/20 °C naizmjenično 12/12<sup>h</sup>, III – 5/15 °C naizmjenično 12/12<sup>h</sup>.

Pri sva tri temperaturna režima utvrđivanje i ocjenjivanje broja normalno i tipično klijavih sjemenki vršeno je četvrtog dana (Energija klijanja – EK) i sedmog dana (Ukupna klijavost – UK) u skladu sa pravilnikom o kvalitetu sjemena poljoprivrednog bilja iz 2008. godine (ISTA, 2008).

Testiranje značajnosti razlika između srednjih vrijednosti ispitivanih čimbenika (veličina frakcija i temperaturni režim) izvršeno je primjenom modela analize varijance, sljedećeg matematičkog oblika:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad (i=1,2,3; j=1,2; k=1,2,3,4)$$

Sve ocjene značajnosti izvedene su na osnovu F-testa i LSD-testa za prag značajnosti od 5% i 1%. Analiza varijance (ANOVA, *in Randomized Blocks*) izvršena je statističkim softverom Statistica v. 8.

### Rezultati i rasprava

Analiza varijance dala je ocjenu značajnosti razlike istraživanih pokazatelja (energija klijanja, ukupna klijavost, masa 1000 sjemenki) između temperatura i prečnika frakcija sjemeni, kao i njihovog zajedničkog utjecaja.

Na osnovu dvofaktorijalne analize varijance utvrđeno je da temperaturni režim vrlo značajno utječe na energiju klijanja, a veličina frakcija na masu 1000 sjemeni heljde. Interakcija veličina frakcija i temperaturnog režima za ispitivane osobine nije pokazala statistički značajne razlike (Tablica. 1).

Tablica 1. Analize varijance za energiju klijanja, ukupnu klijavost i masu 1000 sjemenki heljde

Izvori varijacije	Stupnjevi slobode	Energija klijanja	Masa 1000 sjemeni	
			Ukupna klijavost	F vrijednost
Temperatura	2	<.001	0.006	0.004
Frakcije	3	0.303	0.993	<.001
Temperatura x Frakcije	6	0.013	0.090	0.027
Pogreška	108			

Najveća energija klijanja postignuta je sa sjemenom prečnika od 5,5 mm, što je bio slučaj i s ukupnom klijavošću. Jedino u slučaju ukupne klijavosti pri temperaturi naklijavanja 5/15 °C naizmjenično 12/12<sup>h</sup>, prosječne vrijednosti standarda (kontrola) bile su veće u odnosu na frakciju od 5,5 mm. U slučaju mase 1000 sjemeni, najveće vrijednosti su također zabilježene s frakcijom od 5,5 mm (Tablica 2).

Energija klijavosti pri konstantnoj temperaturi od 20 °C bila je statistički veća u odnosu na ostale temperature ispitivanja. Promatrano po frakcijama, najujednačenije vrijednosti energije klijanja sjemeni heljde zabilježene su pri konstantnoj temperaturi 20 °C ( $C_v = 1,31 - 2,22\%$ ), dok su nešto veća variranja zabilježena pri temperaturi 10/20 °C naizmjenično 12/12<sup>h</sup> ( $C_v = 1,97 - 3,01\%$ ) i 5/15 °C naizmjenično 12/12<sup>h</sup> ( $C_v = 2,38 - 8,46\%$ ). Najmanju energiju klijanja pokazalo je sjeme najsitnije frakcije uzimajući u obzir frakcionirano sjeme.

Ukupna klijavost sjemeni heljde pokazuje sličnu apsolutnu i relativnu varijabilnost prethodnom pokazatelju klijavosti odnosno energiji klijanja. Uzimajući u obzir sve frakcije i standard, najniže vrijednosti ovog pokazatelja zabilježene su kod tretmana 10/20 °C i iznosile su od 96,4% do 97,5%.

Nešto veća klijavost dobivena je tretiranjem sjemeni na temperaturi od 5/15 °C (od 96,0% do 98,5%) a najbolje rezultate za sve frakcije sjemeni heljde ostvarila je temperatura od 20 °C gdje su zabilježene vrijednosti od 97,3 % do 98,7%.

Dobiveni rezultati i njihova variranja o ostvarenoj prosječnoj masi 1000 sjemeni heljde pokazuju statističku zakonomjernost sa energijom i ukupnom klijavošću. Najveća prosječna masa 1000 sjemeni heljde, za sve ispitivane temperature, ostvarena je sa sjemenom prečnika od 5,5 mm, a najmanja masa 1000 sjemeni ostvarena je sa sjemenom prečnika od 4,5 mm. Najpogodniji temperaturni tretman za masu 1000 sjemeni heljde bila je temperatura od 5/15 °C naizmjenično 12/12<sup>h</sup>. Koeficijent variranja imao je vrijednosti  $C_v = 3,58 - 5,08\%$  za frakciju konstantne temperature od 20 °C,  $C_v = 1,93 - 5,16\%$  za tretman 10/20 °C i najzad  $C_v = 1,21 - 3,79\%$  za frakciju 5/15 °C (Tablica. 2).

## Defining quality indicators of buckwheat seeds depending on the fraction size and the temperature regime

Tablica 2. Istraživane karakteristike sjemena heljde

Temp (°C)	Stat Indik	Energija klijanja				Ukupna klijavost				Masa 1000 sjemenki			
		4,5 mm	5,0 mm	5,5 mm	Stand	4,5 mm	5,0 mm	5,5 mm	Stand	4,5 mm	5,0 mm	5,5 mm	Stand
20	Prosjeak	97,50	98,10	98,20	97,30	98,20	98,30	98,70	97,30	2,25	2,77	3,18	2,85
	C <sub>v</sub>	1,55	1,31	1,65	2,22	1,34	1,18	1,59	2,22	5,08	3,58	4,60	4,71
10/20	Prosjeak	95,70	96,20	96,40	95,20	96,40	96,40	97,50	96,60	2,30	2,74	3,25	2,98
	C <sub>v</sub>	1,97	3,01	2,50	2,84	1,71	3,02	1,83	2,85	3,75	5,16	1,93	3,36
5/15	Prosjeak	96,00	94,50	96,50	97,00	96,50	96,00	97,00	98,50	2,30	2,88	3,26	3,00
	C <sub>v</sub>	2,87	2,66	8,46	2,38	2,12	1,34	3,95	1,73	3,79	1,21	2,38	1,75
Temp (°C)		LSD 0,05			1,414%	LSD 0,05			0,954%	LSD 0,05			0,04457g
		LSD 0,01			1,871%	LSD 0,01			1,262%	LSD 0,01			0,05896g
Temp (°C)		LSD 0,05			2,829%	LSD 0,05			1,908%	LSD 0,05			0,08914g
x Frak (mm)		LSD 0,01			3,742%	LSD 0,01			2,524%	LSD 0,01			0,11792g

### Zaključci

Na osnovu rezultata dobivenih u laboratorijskim uvjetima, pri uporabi frakcioniranog sjemena i različitih temperatura ispitivanja dobiveni su sljedeći:

- Sjeme heljde ima različitu krupnoću, koja ima utjecaj na kvalitetu sjemena i buduće proizvodne karakteristike biljke.
- Kao najkvalitetnija pokazala se najveća frakcija sorte "Bedija" od 5,5 mm, a kao najlošija najmanja frakcija od 4,5 mm koju ujedno treba izbjegavati pri daljem razmnožavanju.
- Najveća frakcija (5,5 mm) zabilježila je veće vrijednosti ispitivanih pokazatelja, ali i najmanja variranja vrijednosti u ispitivanim uzorcima.
- Najpogodniji temperaturni tretman za brzinu (energiju) klijanja i ukupnu klijavost sjemena heljde bila je konstantna temperatura od 20 °C.
- Najveća masa 1000 sjemeni heljde sorte "Bedija" zabilježena je pri temperaturi od 5/15 °C naizmjenično 12/12<sup>h</sup>.
- Prilikom daljeg umnožavanja sjemena heljde sorte "Bedija", treba nastaviti s frakcioniranjem sjemena s tendencijom komercijalizacije sjemena sorte "Bedija", prečnika od 5,5 mm.

### Literatura

- Arsić I., Dražić S., Jevđović R. (2008): Lekovita svojstva heljde, IX dani lekovitog bilja, Kosmaj 17-20.09.2008, Zbornik izvoda, str. 108-109.
- Dražić S., Glamočlija Đ., Oljača S., Dolijanović Ž., Jevđović R., Đekić V., Krivokuća-Đokić D. (2009): Uticaj agroekoloških uslova i primjenjenih agomera na lekovite osobine heljde, IV simpozijum sa međunarodnim učešćem, Inovacije u ratarskoj i povrtarskoj proizvodnji, Beograd 23-24 oktobar 2009, Zbornik izvoda, str. 94-95.
- Filipović V., Glamočlija Đ., Kajgana M., Jevđović R. (2005): Primjena eko-gnojiva u usjevu heljde (*Fagopyrum esculentum* Moench.), XL znanstveni skup hrvatskih agronoma sa međunarodnim sudjelovanjem, Opatija 15-18 veljače 2005, Zbornik radova, str. 145-146.
- ISTA – RULES, International Seed Testing Association (2008): Introduction to Seed Testing (Methodology and Terminology). Zurich, Switzerland.  
<http://www.treeseedfa.org/uploaddocuments/IntroductiontoSeedTesting.pdf>
- Jevđović R., Maletić R. (2003): Effect of buckwheat seed storage duration on its quality, Journal of Agricultural Sciences, 48, (2):135-141.
- Jevđović R., Marković J., Jevđović M. (2008): Vreme setve, faktor prinosa i kvaliteta semena heljde, XIII savjetovanje agronoma Republike Srpske, Teslić, 11-13 mart 2008 godine, Zbornik sažetaka, str. 87.
- Maletić R., Jevđović R. (2003): The influence of meteorological conditions on major quantitative and qualitative traits of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench.), Journal of Agricultural Sciences 48 (1): 11-19.

### **Zahvala**

Rad predstavlja dio rezultata istraživanja u okviru Projekta Integralnih i interdisciplinarnih istraživanja br. 046006 "Održiva poljoprivreda i ruralni razvoj u funkciji ostvarivanja strateških ciljeva Republike Srbije u okviru Dunavskog regiona", financiranog od strane Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije

**sa2012\_0306**

# Procjena sorti ozimog ječma u uvjetima proizvodnje Republike Hrvatske

Alojzije LALIĆ<sup>1</sup>, Ivan ABIČIĆ<sup>1</sup>, Josip KOVAČEVIĆ<sup>1</sup>, Gordana ŠIMIĆ<sup>1</sup>, Georg DREZNER<sup>1</sup>, Dario NOVOSELOVIĆ<sup>1</sup>, Krešimir DVOJKOVIĆ<sup>1</sup>, Vlado GUBERAC<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Poljoprivredni institut Osijek, Južno predgrađe 17, 31000 Osijek, Hrvatska, (e-mail: alojzije.lalic@poljin.hr)

<sup>2</sup> Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Trg Svetog Trojstva 3, 31000 Osijek, Hrvatska

## Sažetak

U trogodišnjim pokusima na pet lokacija s 26 sorti ječma analizom varijance procijenjeni su značajni učinci godine (Y), lokaliteta (L), norme sjetve (D) i sorte (G) na urod zrna. Statistički značajna interakcija G×D nije ustanovljena. Utvrđene su značajne interakcije Y×D, L×D, Y×L×D. Sorte povoljne reakcije na uvjete proizvodnje RH, visokog uroda zrna i dobrih pokazatelja stabilnosti, su 'Bravo' i 'Maxim' s povoljnijom reakcijom u lošijim uvjetima proizvodnje, te sorte 'Lukas', 'Maestro' i 'Trenk' s povoljnijom reakcijom u intenzivnijim uvjetima proizvodnje. Parametri stabilnosti i regresijska analiza ukazuju da sorte 'Tiffany', 'Vanessa', 'Tref' i 'Premium' pokazuju relativno povoljnije reakcije uroda zrna kod ekstenzivnijih uvjeta, uz međusobne razlike u razini i stabilnosti uroda zrna.

Ključne riječi: sorta, urod zrna, parametri stabilnosti

## Assessment of winter barley varieties under production conditions of the Republic of Croatia

### Abstract

26 barley varieties were tested through 3-years trials at 5-sites. Analysis of variance applied to results attained from this research shows significant variable effect concerning year (Y), locality (L), sowing rate (D) and variety (G) towards grain yield. No statistical significance was found for G×D interaction. Although, significant interactions are: Y×D, L×D, Y×L×D. Varieties with excellent reaction towards production conditions in the Republic of Croatia, regarding high grain yield and good stability, are 'Bravo' and 'Maxim' which also show better reaction towards extensive production conditions. Varieties 'Lukas', 'Maestro' and 'Trenk' present beneficial results under intensive production conditions. Stability parameters and regression analysis point out varieties 'Tiffany', 'Vanessa', 'Tref' and 'Premium' as the ones which display relatively better grain yield results under extensive production conditions but with differences among them as a group.

Key words: variety, grain yield, stability parameters

### Uvod

Istraživanja interakcije „genotip\*okolina” (Ceccarelli i sur., 2000.; Annicchiarico, 2002., Edmeades i sur. 2006., Lalić i sur., 2009.) su korisna kod izbora superiornog kultivara u pogledu visine i kakvoće uroda zrna, te stabilnosti navedenih svojstava s obzirom na uvjete uzgoja. U postupku oplemenjivanja i uvođenja sorte u proizvodnju značajno je istražiti adaptabilnost i stabilnost uroda zrna i parametara namjenske kakvoće sorte kod različitih uvjeta proizvodnje, na različitim lokalitetima, ali i u različitim godinama. Na temelju procjene velikog utjecaja okoline, naročito utjecaja godine, Costa i sur. (2001.) ukazali su da je selekciju opravdano

provoditi u duljem vremenskom periodu te da nije preporučljivo povećanje broja lokacija kao alternativno rješenje u smjeru skraćivanja oplemenjivačkog postupka. Oplemenjivanje na specifičnu adaptabilnost u cilju povećanja uroda zrna i namjenske kakvoća zrna za određenu subregiju unutar pojedine regije važna je strategija iskorištenja pozitivne interakcije genotip x okolina (Annicchiarico, 2002.).

### Materijal i metode

U pokusima od 2008./2009. do 2010./2011. godine na lokalitetima u Tovarniku, Novoj Gradiški, Požegi, Slavonskom Brodu i Osijeku ispitivano je 26 sorti ozimog ječma. Sladoran, Rex, Zlatko, Gvozd, Prometej, Barun, Trenk, Bingo, Gazda, Merkur, Primus, Gordon, Tref, Maestro, Bravo, Maxim, Premium, Lukas, Osk.5.201/2, Lord, Oliver i Titan su sorte Poljoprivrednog instituta Osijek. Tiffany i Vanessa su sorte ječma porijekom iz Njemačke, sorta Plaisant iz Francuske, a Favorit je sorta BC Instituta u Zagrebu. Sorte Lord, Favorit, Plaisant, Oliver i Titan su višeredne forme klasa.

Pokus je postavljen u tri ponavljanja i s dvije norme sjetve (300 zrna/m<sup>2</sup> i 450 zrna/m<sup>2</sup>). Veličina osnovne parcelice iznosila je 7,56 m<sup>2</sup>.

Istraživan je interakcijski učinak sorta x okolina. Koeficijentom regresije (Finlay i Wilkinson, 1963.), ekovalencom (Wi) (Wricke, 1962.) i varijancom odstupanja od regresije (S<sup>2</sup>i) (Eberhart i Russell, 1966.) procijenjena je stabilnost uroda zrna za sorte.

Stabilnost uroda zrna sorti procijenjena je i regresijskom analizom, metodikom koju su primjenjivali Findley i Wilkinson (1963.), Kovačević i Lalić. (1997.). U radu je za urod zrna, kao mjerilo povoljnosti uvjeta proizvodnje korišten prosječni urod zrna svih sorti u pokusu.

Analiza varijance provedena je po GLM proceduri namijenjenoj za RCBD dizajn pokusa. Razlike između sorti i okolina testirane su LSD-testom i Duncan's Multiple Test Range-om. Korišten je softver IRRISTAT, IRRI -Manila.

### Rezultati i rasprava

Analizom varijance (ANOVA) procijenjeni su značajni (F=0.001; F=0.01) učinci godine, lokaliteta, norme sjetve i sorte na urod zrna. Statistički značajna interakcija sorta x norma sjetve nije ustanovljena. Međutim, utvrđene su značajne interakcije godina x norma sjetve (Y x D), lokalitet x norma sjetve (L x D), godina x lokalitet x norma sjetve (Y x L x D) (Tablica 1.).

Normom sjetve od 450 zrna m<sup>-2</sup> ostvaren je urod zrna od 6.522 t ha<sup>-1</sup>, a normom sjetve sa 300 zrna m<sup>-2</sup> urod zrna od 6.339 t ha<sup>-1</sup>. Statistički opravdano najviši urod zrna u provedenim istraživanjima imala je sorta 'Bravo' (7.213 t ha<sup>-1</sup>), a zatim su se visinom uroda zrna, slične razine, izdvojile sorte 'Maxim' (6.925 t ha<sup>-1</sup>), 'Tref' (6.868 t ha<sup>-1</sup>), 'Maestr'o (6.738 t ha<sup>-1</sup>) i 'Lukas' (6.720 t ha<sup>-1</sup>) (Tablica 3).

Tablica 1. ANOVA za urod zrna

Izvori variranja	n-1	Suma kvadrata	
Godina (Y)	2	3485,73	***
Lokalitet (L)	4	3516,06	***
Y*L	8	1705,19	***
Norma sjetve (D)	1	8,25	**
Y*D	2	8,02	**
L*D	4	36,47	***
Y*L*D	8	38,23	***
Sorta (G)	25	223,22	***
Y*G	50	178,08	***
L*G	100	218,17	***
Y*L*G	200	288,24	***
D*G	25	11,52	
Y*D*G	50	20,31	
L*D*G	100	39,69	
Y*L*D*G	200	74,80	
Pogreška	1558	1060,33	
Total	2339	10922,40	

F-test, razine signifikantnosti \* P ≤ 0,05; \*\* P ≤ 0,01; \*\*\* P ≤ 0,0001

Assessment of winter barley varieties under production conditions of the Republic of Croatia

Tablica 2. Parametri stabilnosti

Sorta	$b_i$	$W_i$	$S_{di}^2$
Sladoran	0,971	1,603	0,104
Rex	1,072	2,876	0,173
Zlatko	1,020	2,768	0,183
Barun	1,052	1,162	0,068
Trenk	1,035	1,887	0,121
Gvozd	1,005	1,837	0,122
Prometej	1,013	4,567	0,304
Gazda	0,996	2,335	0,156
Bingo	1,019	1,680	0,111
Merkur	0,978	1,409	0,092
Primus	0,971	4,607	0,304
Gordon	0,965	9,658	0,639
Tref	0,969	1,703	0,110
Maestro	1,109	5,559	0,328
Bravo	0,974	3,401	0,224
Vanessa	0,767	16,481	0,902
Tiffany	0,902	10,812	0,686
Maxim	0,994	2,742	0,183
Premium	0,938	2,724	0,167
Lukas	1,026	3,553	0,235
Osk.5.201/2	0,964	3,506	0,229
Plaisant	1,033	2,285	0,148
Oliver	1,077	1,640	0,088
Titan	1,007	3,422	0,228
Lord	1,125	4,347	0,233
Favorit	1,018	9,422	0,627

Tablica 3. Vrijednosti uroda zrna

Sorta	Prosjek, t ha <sup>-1</sup>		Godina			Norma sjetve (zrna m <sup>-2</sup> )		Lokalitet				
			2009	2010	2011	300	450	Osijek	N. Gradiška	Požega	Tovarnik	Slav. Brod
Bravo	7.213	a	8.522	6.044	7.333	7.059	7.366	9.837	6.395	5.431	7.322	7.010
Maxim	6.925	b	8.474	5.616	6.996	6.882	6.969	9.523	6.068	5.526	6.818	6.570
Tref	6.868	bc	8.720	5.410	6.846	6.743	6.994	8.963	6.495	5.518	6.706	6.556
Maestro	6.738	bcd	8.863	4.608	7.167	6.566	6.91	8.683	6.288	5.469	6.816	6.284
Lukas	6.720	bcd	8.628	5.346	6.567	6.708	6.732	9.422	6.233	5.174	6.603	5.893
Premium	6.638	cde	8.163	5.202	6.855	6.642	6.634	8.624	5.793	5.191	6.887	6.723
Bingo	6.620	cdef	8.021	5.219	6.899	6.532	6.707	9.020	5.825	5.052	6.294	7.052
Osk.5.201/2	6.616	def	8.101	5.252	6.792	6.524	6.708	8.731	5.910	5.175	6.587	6.705
Barun	6.599	defg	8.411	5.114	6.635	6.544	6.654	9.035	6.216	5.120	6.212	6.320
Gvozd	6.582	defg	8.082	5.227	6.738	6.514	6.651	9.032	5.779	5.147	6.190	6.855
Titan	6.554	defgh	7.900	5.109	6.922	6.477	6.631	9.015	5.825	5.194	6.234	6.477
Zlatko	6.527	defghi	7.835	5.254	6.754	6.368	6.687	9.243	5.510	4.864	6.461	6.573
Gordon	6.521	defghi	7.503	5.645	6.612	6.376	6.667	9.702	5.548	4.580	6.395	6.308
Merkur	6.463	efghij	7.782	5.190	6.680	6.307	6.618	8.899	5.879	4.804	6.243	6.501
Prometej	6.459	efghij	7.842	5.310	6.503	6.426	6.492	8.958	5.816	4.866	5.899	6.906
Rex	6.442	efghij	8.211	4.566	6.902	6.372	6.512	8.372	5.880	5.131	6.373	6.459
Sladoran	6.377	fghij	7.672	5.095	6.622	6.390	6.363	8.696	5.807	4.791	6.205	6.386
Trenk	6.362	ghij	8.213	4.766	6.477	6.229	6.495	8.801	5.587	5.184	5.991	6.190
Oliver	6.323	hij	8.246	4.665	6.443	6.228	6.418	8.867	5.750	5.022	5.987	5.820
Plaisant	6.302	ijk	8.386	4.581	6.356	6.367	6.251	8.485	5.488	5.393	6.142	5.853
Favorit	6.236	jkl	8.083	4.266	6.728	6.216	6.255	7.750	5.964	5.360	5.816	6.318
Gazda	6.235	jkl	7.664	4.910	6.415	6.173	6.296	8.567	5.508	4.926	5.629	6.697
Lord	6.055	klm	8.184	4.008	6.399	6.227	5.836	8.391	5.545	4.872	5.798	5.474
Primus	5.989	lm	7.317	4.135	6.781	5.967	6.011	7.995	5.839	4.576	5.683	5.785
Tiffany	5.933	m	7.552	4.047	6.523	5.911	5.954	7.150	5.862	5.107	5.819	5.622
Vanessa	5.678	n	8.068	4.031	5.414	5.643	5.713	6.593	5.436	5.272	5.640	5.337
Prosjek	6.461		8.094a	4.947c	6.668b	6.399b	6.522a	8.706a	5.856c	5.105d	6.260b	6.333b

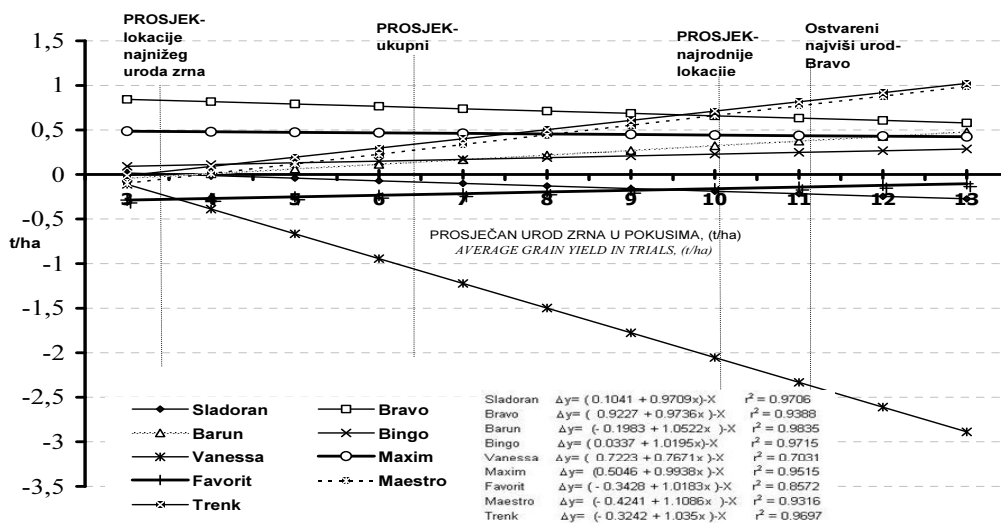
"a...d" - Duncan's Multiple Range Test za  $P \leq 0,05$

Parametri stabilnosti (Tablica 2 i 3, Graf 1 i 2) ukazuju da sorte 'Tiffany', 'Vanessa', 'Tref' i 'Premium' pokazuju relativno povoljnije reakcije uroda zrna kod ekstenzivnijih (lošijih) uvjeta uzgoja (niže razine proizvodnje), uz odliku nižeg uroda zrna i niže stabilnosti uroda zrna ( $S^2d_i$ -vrlo visok, ekvalenca  $W_i$ -vrlo visoka) kod sorti 'Tiffany' i 'Vanessa', te višeg uroda zrna i više stabilnosti uroda zrna ( $S^2d_i$ -niža,  $W_i$ -niža) kod sorti 'Tref' i 'Premium'.

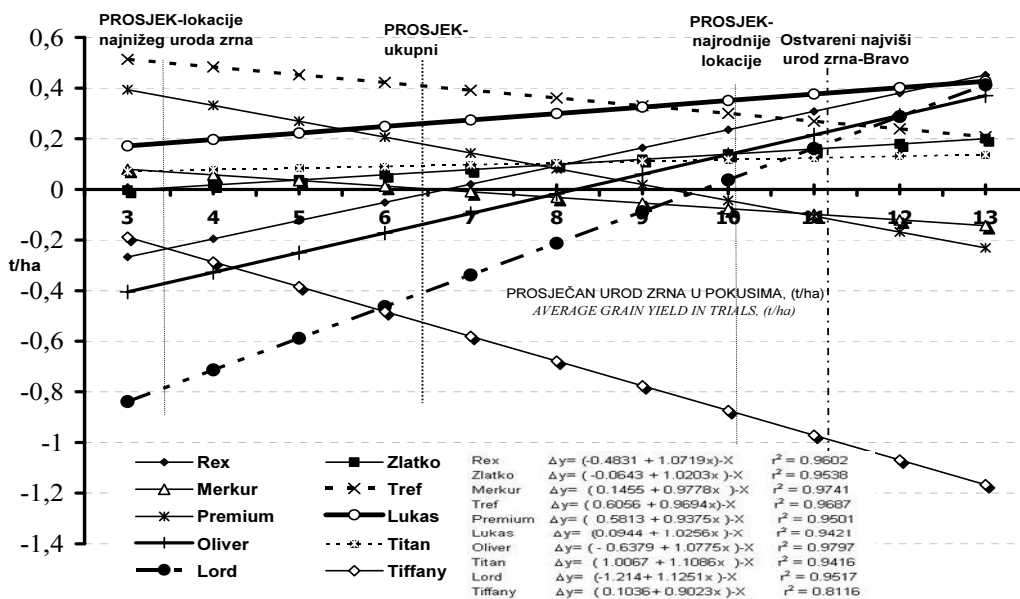
Sorte izrazito povoljne reakcije na uvjete proizvodnje RH u provedenim istraživanjima, visokog uroda zrna i dobrih pokazatelja stabilnosti, su 'Bravo' i 'Maxim' s nešto povoljnijom reakcijom u lošijim uvjetima proizvodnje ( $b_i=0.974; 0.994$ ), te sorte 'Lukas', 'Maestro' i 'Trenk' ( $b_i=1.026;1.109;1.035$ ), u boljim (intenzivnijim) uvjetima proizvodnje.

Za uvjete intenzivnije proizvodnje, a na temelju komponenti stabilnosti varijance odstupanja od regresije ( $S^2d_i$ ), ekvalence ( $w_i$ ), koeficijenta regresije ( $b_i$ ) i ostvarenog uroda zrna bile bi sorte 'Maestro', 'Trenk', 'Barun', te sorte 'Gvozd' i 'Prometej'.

Graf 1. Regresijska analiza uroda zrna sorti ozimog ječma u pokusima na lokacijama u Osijeku, Novoj Gradiški, Požegi, Tovarniku i Slavonskom Brodu, 2009. - 2011. godine



Graf 2. Regresijska analiza uroda zrna sorti ozimog ječma u pokusima na lokacijama u Osijeku, Novoj Gradiški, Požegi, Tovarniku i Slavonskom Brodu, 2009. - 2011. godine





Tendenciju bolje reakcije na uvjete proizvodnje u boljim (intenzivnijim) uvjetima proizvodnje putem parametara stabilnosti (Tablica 2) i regresijske analize (Graf 1 i 2), uz urod zrna viši od prosjeka, pokazuju sorte 'Bingo', 'Barun', 'Zlatko' i 'Titan'. Sorte 'Bingo' i 'Barun' imale su niže vrijednosti ekvalence (1,162, 1,680) u odnosu na sorte 'Zlatko' i 'Titan' (2.768, 3.422). Na povoljne uvjete proizvodnje, sukladno formi klasa, naročito pozitivno reagiraju sorte višerednog ječma 'Lord' i 'Oliver', a na što ukazuju parametri stabilnosti (Tablica 2) i regresijska analiza (Graf 1 i 2).

Istraživanja ukazuju da su sorte kasnijeg klasanja, duže vegetacije (poput 'Tiffany', 'Vanessa') ostvarile niže urode zrna (Tablica 3) u odnosu na ranozrelije sorte poput 'Binga', 'Maestra', 'Baruna' i 'Zlatka'. Razlike u klasanju navedenih grupa sorti je od šest do dvanaest dana, ovisno od godine i sorte (Lalić i sur., 2006.). Ovakova reakcija kasnozrelijih sorti povezana je s interakcijom datuma klasanja i dužine perioda nalijeivanja zrna, te sušnih (stresnih) uvjeta proizvodnje koji su uobičajeni u uvjetima proizvodnje Republike Hrvatske i jugoistočne Europe. Shakhathreh i sur. (2001.) iznose da je duljina perioda nalijeivanja zrna u uvjetima povoljne vlažnosti pozitivnog učinka na urod zrna i kvalitetu zrna, ali da su u sušnim uvjetima genotipovi duže vegetacije ostvarili značajno niže urode zrna.

### Zaključak

Istraživani sortiment ječma pruža značajne mogućnosti u pogledu korištenja pozitivne interakcije GEI visinom i stabilnosti uroda zrna, te šire i specifične adaptabilnosti sorti, a time, sortimentom, boljeg korištenja potencijala pojedinih regija Republike Hrvatske.

### Literatura

- Annicchiarico P. (2002): Genotype-environment interactions. Challenges and opportunities for plant breeding and cultivar recommendations. FAO plant protection paper 174. FAO, Rome
- Ceccarelli S., Grandi S., Tutwilner R., Baha J., Martini A.M., Salahieh H., Goodchild A., Michael, M. (2000): A methodological study on participatory barley breeding I. Selection phase. *Euphytica* 111: 91-104.
- Costa J.M., Boller G.A. (2001): Stability analysis of grain yield in barley (*Hordeum vulgare*) in the US mid-Atlantic region. *Annals of Applied Biology*. 139(1):137-143.
- Eberhart S A., Russell W A (1969): Yield and stability for a 10-line diallel of single-cross and double-cross maize hybrid. *Crop Sci.* 9: 357-361.
- Edmeades G., Bänziger M., Campos H., Schussler J. (2006): Improving tolerance to abiotic stresses in staple crops: A random or planned process? Plant breeding: The Arnel R. Hallauer International Symposium (Lamkey K. R. and Lee M. Eds.), Blackwell Publishing Ltd, Ames, Iowa, USA, 2006., 293-310.
- Findley K.W., Wilkinson G.N., (1963): The analysis of adaptation in a plant breeding programme. *Australian & Agr. Res.* 14: 742-745.
- Kovačević J., Lalić A. (1997): Viktor - kultivar ozimog dvorednog ječma Poljoprivrednog instituta Osijek. *Sjemenarstvo* 14 (5-6): 301-308.
- Lalić A., Kovačević J., Drezner G., Novoselović D., Babić D., Dvojković K., Šimić G., (2006). Response of Winter Barley Genotypes to Croatian Environments-Yield, Quality and Nutritional Value. *Cereal Research Communications* 34 (1): 433-436.
- Lalić A., Šimić G., Kovačević J., Novoselović D., Abičić I., Duvnjak V., Lenart L. (2009): Sadržaj bjelančevina i urod zrna kod ozimog ječma s obzirom na sinergiju genotipa i okoliša u Republici Hrvatskoj. *Poljoprivreda* 15 (1): 11-17.
- Shakhathreh Y., Kaffavin O., Ceccarelli S., Saoub H. (2001). Selection of barley lines for drought tolerance in low-rainfall areas. *Journal of Agronomy*. 86 (2): 119-127.
- Wricke G., (1962): Über eine methode zur erfassung der ökologischen streubreite in feldversuchen. *Z. Pflanzenzuchtg.* 47: 92-96.

sa2012\_0307

# Recent results of triticale breeding in Kragujevac

Milivoje MILOVANOVIĆ<sup>1</sup>, Vladimir PERIŠIĆ<sup>1</sup>, Mirjana STALETIĆ<sup>1</sup>, Drago CVIJANOVIĆ<sup>2</sup>, Vera DJEKIĆ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Center for Small Grains, Sava Kovacevic St. 31, 34000 Kragujevac, Serbia  
(e-mail: mikim@kg.ac.rs)

<sup>2</sup>Institute for Economics of Agriculture, Volga St. 15, 11060 Belgrade, Serbia

## Abstract

Recent results of winter triticale breeding in Center for Small Grains in Kragujevac are presented in this paper. Prospective KG cultivars and lines have been compared in 3-years trials (5x4m<sup>2</sup>) against standards for winter wheat (cv. 'Pobeda') and winter triticale (cv. 'Favorit' and cv. 'Lasko'). The results show that considerable progress has been achieved in Kragujevac in the breeding of 6x triticales. Beside a high grain yield, the KG triticales are also distinguished for a satisfactorily short stem, good lodging resistance, large grains and early to medium late heading. Regarding the grain plumpness estimated by hectoliter weight, significant progress has been made in triticale breeding for this trait.

Key words: triticale, breeding, grain yield

## Introduction

The program of wheat-rye hybridization started in Kragujevac in 1960s. These investigations resulted in the development of first cultivars of winter and spring triticale, which were officially released in 1980 and 1987, respectively (Milovanovic et al., 1994). So far, 8 winter type and 5 spring type cultivars have been developed in Kragujevac. At the beginning, the breeding program went in two general directions: 6x and 8x triticale. In the last 25 years, attention was placed on 6x triticales. In general, the developed triticale cultivars are used as animal feed and for production of special kinds of bread. Triticale demonstrates superiority to wheat under drought conditions (Xynias et al., 1998), on acid soils (Bair and Gustafson, 1996) and in the reaction to diseases and insects (Arseniuk, 1996). A number of new techniques have been employed in triticale development in different countries and a large number of commercial cultivars were developed in a relatively short period of time, some of which outyield wheat and rye (Milovanovic et al., 2001, Milovanovic and Perisic, 2002).

## Material and methods

We compared 13 prospective lines and 4 cultivars of 6x winter tricale in autumn sowing against standards: the winter wheat cultivar Pobeda and the winter triticale cultivars Favorit (standard in Serbia) and Lasko (international). Small-plot trials were carried out at the experiment field of the KG Center, on the smonitza soil and in the semiarid climate. Vojvoda, a spring (facultative) triticale cultivar was included in this trial, too. Trials were conducted during three growing seasons (2007/08, 2009/10 and 2010/11), in 5 x 4 m<sup>2</sup> plots. The trials were sown under conventional agrotechnical measures, in a completely randomized block design.

The most important agronomic, physiological and technological traits: grain yield, stem height of, lodging resistance, frost resistance (in cold chamber at -15 °C/24 h), hectoliter weight, 1000-grain weight and heading date were analyzed according to standard procedures. The data were presented as average values and processed by the analysis of variance. Significance of differences was tested by the LSD test for P = 0.05 and 0.01.

## Results and discussion

Eight winter type triticale cultivars ('Tr. Kg. 20', 'Knjaz', 'Favorit', 'KG Rubin', 'Trijumf', 'General', 'Žarko' and 'KG Tempo') and 5 spring type cultivars ('Zlatar', 'Soko', 'Vojvoda', 'Delija' and 'Smaragd') developed at Center for Small Grains in Kragujevac have been officially approved so far. All of them are hexaploid (6x) triticale genotypes. They were obtained from a program of secondary triticale synthesis, which enabled to recombine 6x and 4x wheat genomes, allowed introgression of (exchange) to take place between alien chromosomes and exploiting the use of inter-population genetic variation of rye as component of crosses (Milovanovic et al., 2001). Because of evident advantages, the Kragujevac breeding program gave priority to winter (and facultative) triticale genotypes over spring forms.

Table 1. Grain yields of some prospective KG cultivars and lines of winter triticale in 5 x 4 m small-plot trials organized in Kragujevac in 2007/08, 2009/10 and 2010/11

No.	Cultivar - line	Grain yield ( kg/ha)				± Favorit (kg/ha)
		2007/08	2009/10	2010/11	Average	
1	KG Tr 55/3	6,000	5,092	5,613	5,568	-46
2	KG Tr 45/2	6,820	4,825	6,910	6,185	+571
3	KG Tr 20/8	6,175	6,188	5,733	6,032	+418
4	KG Tr 40/2	7,285	5,244	6,913	6,481	+867
5	KG Tr 144/1	6,585	6,592	4,738	5,972	+358
6	KG Tr 21-17/6	6,775	5,706	6,525	6,335	+721
7	KG Tr 3-6/1	8,325	5,658	5,200	6,394	+780
8	KG Tr 34-8/3	8,200	5,300	5,863	6,454	+840
9	KG Tr 36/4	6,700	5,519	6,931	6,383	+769
10	KG Tr 350/3	5,960	5,094	6,844	5,966	+352
11	KG Tr 64/1	6,275	4,918	6,392	5,862	+248
12	KG Tr 339/4-3	6,345	5,031	4,375	5,250	-364
13	KG Tr 11/3	6,735	5,065	7,150	6,317	+703
14	Vojvoda (spring)	5,870	4,394	6,175	5,480	-134
15	Žarko	6,890	5,300	5,775	5,988	+374
16	Tempo	5,760	4,125	5,719	5,201	-413
17	Trijumf	6,885	4,906	6,742	6,178	+564
18	Presto (st)	6,235	3,556	7,083	5,625	+11
19	Favorit (st)	6,685	4,508	5,650	5,614	0,00
20	Pobeda (st)	5,391	4,343	5,850	5,195	-419
--	Annual mean	6,595	5,068	6,109	5,924	--
		Cultivars (A)		Years (B)	(A x B)	
	LSD 0.05	351	280	588		
	LSD 0.01	480	645	788		

The obtained grain yields are presented in Table 1. The table shows that most of the tested triticale cultivars and prospective 6x genotypes had significant or highly significant grain yield in relation to the standard triticale cultivar 'Favorit', as well as in relation to cv. 'Presto', an international triticale standard. It is important to note that the tested triticales achieved higher grain yields than cv. 'Pobeda' the standard winter wheat cultivar in Serbia. The genotypes KG Tr 40/2, KG Tr 34-8/3, KG Tr 3-6/1, KG Tr 36/4, KG Tr 21-17/6, KG Tr 11/3, KG Tr 45/2 and 'Trijumf' were the best performers in our tests. The spring triticale cultivar 'Vojvoda' achieved a grain yield at the level of the standard (cv. 'Favorite'), which illustrated its facultative nature.

As shown in Table 2, the triticales from Kragujevac had satisfactorily short stems and good lodging resistance when compared with the triticale cv. 'Presto'. They typically had awned and white colored spikes. Some triticales and wheat genotypes showed pure resistance to low temperatures ('Tempo', KG Tr 55/3, 'Favorit' and 'Pobeda'). However, this characteristic was tested only in 2007/08, so the results are only informative. On the whole, triticale has a satisfactory frost resistance for the conditions of Serbia but some improvements are nevertheless expected to be achieved in future breeding programs (Milovanovic et al., 1998, Nikolic et al., 2009).

Table 2. Height of stem with spike, % of lodging, type and color of spike and the percentage of plant survival at -15°C/24h in cold chamber of some prospective KG cultivars and lines of winter triticale in 5 x 4 m small-plot trials organized in Kragujevac (averages for 2007/08, 2009/10 and 2010/11 growing seasons)

N	Cultivar - line	Average for 2007/08, 2009/10 and 2010/11				Survival of plants at -15°C (%) in 2007/08
		Height (cm)	+/- Favorit (cm)	Lodging (%)	Type & color of spike*	
1	KG Tr 55/3	88.0	-12.0	0	Ar White	8.57
2	KG Tr 45/2	107.3	+7.3	0	Ar White	--
3	KG Tr 20/8	113.3	+13.3	0	Ar White	--
4	KG Tr 40/2	114.7	+4.7	0	Ar White	--
5	KG Tr 144/1	107.3	+7.3	0	Ar White	--
6	KG Tr 21-17/6	102.7	+2.7	3	Ar White	--
7	KG Tr 3-6/1	118.0	+18.0	0	Ar White	--
8	KG Tr 34-8/3	89.0	-11.0	0	Ar White	--
9	KG Tr 36/4	108.0	+8.0	10	Ar White	--
10	KG Tr 350/3	106.0	+6.0	0	Ar White	63.88
11	KG Tr 64/1	119.3	+19.3	0	Ar White	100.00
12	KG Tr 339/4-3	114.0	+14.0	0	Ar White	25.64
13	KG Tr 11/3	107.3	+7.3	3	Ar White	--
14	Vojvoda (spring)	116.0	+16.0	17	Ar White	57.57
15	Žarko	118.0	+18.0	0	Ar White	91.66
16	Tempo	94.7	-5.3	0	Ar White	0.00
17	Trijumf	120.7	+20.7	0	Ar White	96.87
18	Presto (st)	119.3	+19.3	0	Ar White	100.00
19	Favorit (st)	100.0	0.0	0	Ar White	20.51
20	Pobeda (st)	82.7	-17.3	0	M White	23.33
	Mean	107.3	--	1.65	--	53.46
	LSD 0.05	11.59		7.86		7.40
	LSD 0.01	15.85		10.74		9.85

\* Ar = Aristatum –awned, M = Muticum –awnless

Table 3. Hectoliter weight, 1000-grain weight and heading date of some prospective KG cultivars and lines of winter triticale in 5 x 4 m small-plot trials organized in Kragujevac (averages for 2007/08, 2009/10 i 2010/11. years).

N	Cultivar - line	Average for 2007/08, 2009/10 and 2010/11				Heading date (from – to)
		Hectoliter weight (kg)	+/- Favorit (kg)	1000-grain weight (g)	+/- Favorit (g)	
1	KG Tr 55/3	73.92	-0.33	37.17	-6.00	8-11.05
2	KG Tr 45/2	77.62	+3.37	44.51	+1.34	10-16.05
3	KG Tr 20/8	73.12	-1.13	43.76	+0.59	16-21.05
4	KG Tr 40/2	75.13	+0.88	40.42	-2.75	14-16.05
5	KG Tr 144/1	77.52	+3.27	40.73	-2.44	17-22.05
6	KG Tr 21-17/6	73.18	-1.07	44.56	+1.39	8.05
7	KG Tr 3-6/1	77.78	+3.53	44.92	+1.75	14.05
8	KG Tr 34-8/3	71.13	-3.12	41.78	-1.39	6-9.05
9	KG Tr 36/4	75.58	+1.33	43.35	+0.18	8-12.05
10	KG Tr 350/3	74.72	+0.17	40.50	-2.67	14-15.05
11	KG Tr 64/1	78.08	+3.83	42.37	-0.80	14-15.05
12	KG Tr 339/4-3	74.53	+0.28	44.09	+0.92	15-19.05
13	KG Tr 11/3	78.28	+4.03	44.35	+1.18	14-18.05
14	Vojvoda (spring)	73.38	-0.87	45.41	+2.24	6-11.05
15	Žarko	79.42	+5.17	44.37	+1.20	13.15.05
16	Tempo	72.45	-1.80	42.46	-0.71	6-14.05
17	Trijumf	79.15	+4.90	43.65	+0.48	13-15.05
18	Presto (st)	77.88	+3.63	42.93	-0.24	13-14.05
19	Favorit (st)	74.25	0.00	43.17	0.00	6-13.05
20	Pobeda (st)	84.03	+9.78	43.47	+0.30	15-16.05
	Mean	76.21	--	42.90	--	6-22.05
	LSD 0.05	2.87		2.87		
	LSD 0.01	3.92		3.92		

Table 3 shows the hectoliter weight and 1000-grain weight of the tested triticales. The results emphasize the fact that most of the tested genotypes could be distinguished for large and partially wrinkled grains. Some triticale genotypes had higher hectoliter weight ('Žarko', 'Trijumf', KG Tr 11/3, KG Tr 64/1) than cv. 'Presto', which is well-known for good grain plumpness (Milovanovic et al., 1998). This is an illustration of the rate of progress in triticale breeding for this trait made in Kragujevac. Seed wrinkling is characteristic for triticale and it should be further improved in the future. According to the data for the 1000-grain weight, most of the tested triticale genotypes belonged to the large-grain type (above 40 g), similar to the wheat cv. 'Pobeda'. Most of the triticales had earlier heading date than the wheat cv. 'Pobeda', which placed them among early to medium late types. Only the genotypes KG Tr 144/1, KG Tr 20/8, KG Tr 339/4-3 and KG Tr 11/3 had later heading date than the medium late wheat cultivar 'Pobeda'. This trait ensures a longer period of grain filling to these triticale genotypes, improving their adaptability and grain yield formation.

### Conclusions

The results presented in this paper illustrate the progress made in 6x triticale breeding in Center for Small Grains in Kragujevac. Most of the tested 6x triticale cultivars and prospective genotypes had significant or highly significant grain yield in relation to the standard triticale cultivar 'Favorit', as well as in relation to the international triticale cv. 'Presto'. The genotypes KG Tr 40/2, KG Tr 34-8/3, KG Tr 3-6/1, KG Tr 36/4, KG Tr 21-17/6, KG Tr 11/3, KG Tr 45/2 and 'Trijumf' showed to be most prospective.

The triticales developed in Kragujevac were also distinguished for a satisfactorily short stem and good lodging resistance when compared with the triticale cv. 'Presto'. Shortest stems were found in the genotypes KG Tr 55/3, KG Tr 34-8/3, 'Tempo', 'Favorit' and KG Tr 21-17/6.

Most of the tested winter triticale cultivars and prospective lines from Kragujevac were the largegrain type (above 40g/1000 grains). Grain plumpness, which was estimated on the basis of hectoliter weight, illustrates the progress in triticale breeding in Kragujevac. Best results were achieved with the genotypes 'Žarko', 'Trijumf', KG Tr 11/3 and KG Tr 64/1, which had higher hectoliter weight than cv. 'Presto' which is well-known for good kernel plumpness.

Most of the KG triticales had earlier heading dates than the wheat cv. 'Pobeda', which placed them among early to medium late types. Early heading date provides a long period of grain filling, which improves triticale adaptability and grain yield formation.

### References

- Arseniuk E. (1996). Triticale diseases - a review. In: H. Guedes-Pinto, N. Darvey, V.P. Carnide (eds) *Triticale: Today and Tomorrow*. Kluwer Academic Publishers, London, pp. 499-526.
- Baier A.C., Gustafson J.P. (1996). Breeding strategies for triticale. In: H. Guedes-Pinto, N. Darvey, V.P. Carnide (eds) *Triticale: Today and Tomorrow*. Kluwer Academic Publishers, London, pp. 563-569.
- Milovanovic S.M., Vulic B.I., Kuburovic M., Ognjanovic R.S. (1994). Triticale as source in human and domestic animal nutrition and light industry. *Savremena poljoprivreda* 42: 29-35.
- Milovanović M., Kuburovic M., Stojanovic S., Kovacevic B. (1998). Some results of investigations and winter triticale breeding in Kragujevac. International Symposium "Breeding of small grains", 24-27 November, Kragujevac, Proceedings, 225-231.
- Milovanovic S.M., Rigin B.V., Xynias I.N. (2001). Genetic and breeding studies on triticale (*X Triticosecale* Wittmack). In: *Genetic and Breeding of Small Grains, ARI "Serbia"*, Belgrade, Yugoslavia, pp. 235-298.
- Milovanovic M., Perisic V. (2002). Results and future prospects for winter triticale breeding in Yugoslavia. Proceedings of 5<sup>th</sup> International Triticale Symposium, June 30-July 5, Radzikow, Poland, vol. I, 229-236.
- Nikolic Olivera, Milovanovic M., Perisic V. (2009). Tolerantnost ozimih strnih žita prema niskim temperaturama. *Poljoprivredne aktuelnosti*, Beograd, 3-4, 32-46.
- Xynias I.N., Roupakias D.G., Hatzilambrou K.T., Stratilakis S.N. (1998). Differential drought adaptation of eleven Greek triticale cultivars. Abstracts 7<sup>th</sup> Sci. Congress Hellenic Genetics Plant Breeding Soc., Heraklio, Krera, Greece, p. 77.

### **Acknowledgement**

This paper was result of the project TR 46006 funded by the Ministry of Education and Science of the Republic of Serbia, whose help is gratefully acknowledged.

**sa2012\_0308**

# Očekivana dobit od selekcije na svojstva kvalitete pšenice

Dario NOVOSELOVIĆ<sup>1</sup>, Ruđer ŠIMEK<sup>1</sup>, Sonja MARIĆ<sup>2</sup>, Georg DREZNER<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni institut Osijek, Južno predgrađe 17, 31000 Osijek, Hrvatska  
(e-mail: dario.novoselovic@poljinos.hr)

<sup>2</sup>Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijek, Trg Svetog Trojstva 3, 31000 Osijek, Hrvatska

## Sažetak

Cilj istraživanja bio je procijeniti očekivanu dobit od selekcije na odabrana svojstva pšenice (sadržaj bjelančevina, sadržaj vlažnog ljepljaka i vrijednost zamjesa tijesta srednje crte), te utjecaj izravne selekcije na ostala svojstva koja nisu korištena kao selekcijski kriterij. Dobiveni rezultati ukazuju na uspješnost izravne selekcije na gore spomenuta svojstva i utjecaj genetske osnove populacije. Očekivana dobit varirala je, uz primijenjeni intenzitet selekcije od 10 %, i to za sadržaj bjelančevina od 9.99 do 14.28 %, sadržaj vlažnog ljepljaka od 24.84 do 36.99 % i vrijednost zamjesa srednje crte od 6.71 do 25.78 %. Od svojstava koji nisu bili pod izravnom selekcijom najviše se mijenjao gluten indeks.

Ključne riječi: pšenica, nasljednost, dobit od selekcije, kvaliteta, korelacije

## Expected selection response for wheat quality traits

### Abstract

The aim of this research was to study the influence of the direct selection on some selected wheat quality traits (grain protein content, wet gluten content, midline curve tail value of mixing) and its effects on traits that were not used as a selection criterion.

These results suggest on the success of direct selection and influence of genetic background on it. Expected selection response varied depending on the trait, with applied selection intensity of 10 %, from 9.99 to 14.28 % for grain protein content, from 24.84 to 36.99 % for wet gluten content and from 6.71 to 25.78 for midline curve peak value of mixing. The most variable trait not exposed to direct selection was gluten index.

Key words: wheat, heritability, selection response, quality, correlations

### Uvod

Kako bi zadržali ili povećali svoj udio na tržištu oplemenjivači pšenice moraju kontinuirano poboljšavati najvažnija gospodarska svojstva uključujući i kvalitetu zrna i brašna. Shodno tome, ispunjavanje ovih ciljeva ima za posljedicu povećanje troškova samih oplemenjivačkih programa. Jedan od putova kako optimalizirati troškove programa je racionalno upravljanje generacijskim materijalom i identifikacija onih gospodarskih svojstava koja doprinose većoj stopi genetske dobiti od selekcije. Pod racionalnim upravljanjem smatra se način na koji se odabiru roditelji za križanja i kako se vodi selekcija. Vrijednost križanja može se predvidjeti jedino u slučaju da su nam na raspolaganju informacije o genima koji kontroliraju svojstvo od interesa kod odabranih roditelja. No, za većinu svojstava od ekonomskog interesa ovi geni ostaju nepoznati i zbog te činjenice mnoge kombinacije križanja se odbacuju već u ranim generacijama selekcije. Prema procjeni Van Ginkela i suradnika (2002) od ukupnog broja križanja do faze testiranja u pokusima ostane 10 % od početnog broja križanja, a svega 1-2 % daju priznate kultivare.

Kako genetska dobit od selekcije ovisi o ukupnoj genetskoj varijaciji, nasljednosti ili ponovljivosti svojstva ( $h^2$ ) i primijenjenom intenzitetu selekcije (Allard, 1961; Lerner, 1961; Poehlman and Sleper, 1995), tako je važno u kojoj generaciji se započinje sa selekcijom, jer složenost nasljeđivanja može biti izraženija zbog učinaka dominacije i epistaze, ali i interakcije gena s okolinom, na ukupnu genetsku varijancu (ovisno o generaciji izbora) (Wang i sur., 2005). Kod pšenice se, iz praktičnih razloga, u selekciji na svojstva kvalitete započinje u kasnijim generacijama kada je gotova sva genetska varijanca aditivnog tipa i sama nasljednost svojstava vrlo visoka.

Iz toga razloga cilj rada je bio ispitati učinak jednog ciklusa direktne selekcije, na posebno razvijenom genetskom materijalu pšenice, i procijeniti očekivanu dobit od selekcije na pojedino svojstvo i njihov utjecaj na druga svojstva kvalitete zrna i brašna koja nisu pod selekcijom.

### Materijal i metode

Pokus je postavljen kao monofaktorijski (genotip) pokus u dva ponavljanja prema red\*stupac (row\*column design) rasporedu sa 143 genotipa pšenice (rekombinirane inbred linije F7 generacije) iz kombinacije križanja Bezostaja/Klara) i 173 genotipa pšenice (rekombinirane inbred linije F7 generacije) iz kombinacije križanja Monika/Golubica na lokacijama Osijek i Slavonski Brod u vegetacijskoj godini 2008/09.

Analizirana su slijedeća svojstva: sadržaj bjelančevina (%), tvrdoća zrna, sadržaj vlažnog ljepkca (%), gluten indeks (%), vrijeme zamjesa tijesta (min) i vrijednost zamjesa srednje crte. Za analizu ovih svojstava korišteni su uređaji NIR Infratec 1241, Glutomatic Perten i miksograf.

Statistička obrada podataka urađena je korištenjem procedura MEANS, CORR i MIXED u SAS/STAT(R) 9.2 statističkom programu (SAS Institute, 2009.). Kao parametar korelacije korišten je Pearsonov koeficijent linearne korelacije i razina njegove značajnosti testirana je na osnovi prosječnih vrijednosti u pokusu.

Procjena očekivane dobiti od selekcije (G) izračunata je prema formuli  $G=S*h^2$ .

Selekcijski diferencijal (S) izračunat je po formuli  $S=X_{OL}-X_P$ , gdje je

$X_{OL}$  =prosjeak odabranih linija uz intenzitet selekcije od 10 %.

$X_P$  =prosjeak svih rekombiniranih inbred linija kombinacije križanja .

Nasljednost u užem smislu ( $h^2$ ) izračunata i procjenjena je korištenjem procedure PROC MIXED s opcijom ASYCOV (Holland et al., 2003) (izvorni kod: <http://www4.ncsu.edu/~jholland/heritability.html>).

### Rezultati i rasprava

Iz Tablice 1. vidljivo je za svojstva sadržaja bjelančevina, tvrdoće zrna, sadržaja vlažnog ljepkca i vrijednosti zamjesa srednje crte prosječne vrijednosti da su bile veće na lokaciji Osijek, a za svojstvo gluten indeksa u Slavonskom Brodu. Razlike u svojstvima između kombinacija križanja na obje lokacije bile su dosljedne za tvrdoću zrna i gluten indeks, gdje su prosječne vrijednosti bile veće u kombinaciji križanja Bezostaja/Klara (Tablica 1).

Razlike u prosječnim vrijednostima i pojedina odstupanja od očekivanih razlika mogu se pripisati utjecaju lokaliteta pokusa i eventualnoj eksperimentalnoj pogrešci.

Uzimajući u obzir činjenicu da je u obje kombinacije križanja testiran veliki broj genotipova, shodno tome je i većina koeficijenta linearne korelacije bila statistički značajna, iako stupanj međuovisnosti između svojstava nije uvijek bio značajno visok.

U obje kombinacije križanja i lokacije pokusa utvrđene su podudarne i konzistentne korelacije između sadržaja bjelančevina i sadržaja vlažnog ljepkca ( $r=0.84-0.92^{***}$ ), sadržaja bjelančevina i vrijednosti zamjesa srednje crte ( $r=0.62-0.70^{***}$ ), te sadržaja vlažnog ljepkca i vrijednosti zamjesa srednje crte ( $r=0.67-0.76^{***}$ ). Drugi autori su našli slične razine korelacija, postojanje različitih vrijednosti korelacija između bjelančevina i drugih parametara miksografa najčešće se može dovesti u vezi s prisutnošću određenih gluteninskih (Glu 5+10 i 17+18) i različitih glijadinskih frakcija bjelančevina (Bergman et al., 1998; Dong et al., 1992).



## Expected selection response for wheat quality traits

Tablica 1. Minimalne, maksimalne i prosječne vrijednosti analiziranih svojstava kvalitete ozime pšenice.

	Sadržaj bjelančevina (%)	Tvrdoća zrna	Sadržaj vlažnog ljepka (%)	Gluten indeks (%)	Vrijeme zamjesa tijesta (min)	Vrijednost zamjesa srednje crte
Osijek			Bezostaja/Klara			
Minimum	11.80	49.80	22.26	70.20	3.40	29.83
Maksimum	16.10	89.60	48.36	99.67	7.71	55.06
Prosjek	14.09	73.70	33.83	96.32	5.75	43.97
Slavonski Brod						
Minimum	10.75	40.20	16.42	62.37	1.22	24.95
Maksimum	14.80	79.35	37.68	99.63	7.90	48.53
Prosjek	12.45	60.38	25.73	97.69	5.18	38.06
Osijek			Monika/Golubica			
Minimum	11.70	48.45	21.89	39.63	2.00	36.70
Maksimum	16.15	82.75	56.82	99.76	7.55	71.85
Prosjek	13.66	67.03	33.18	88.83	4.97	49.24
Slavonski Brod						
Minimum	10.50	24.95	18.50	36.78	1.44	33.92
Maksimum	15.70	70.40	49.98	99.64	7.91	58.54
Prosjek	12.91	51.55	29.94	89.96	5.26	43.58

Tablica 2. Koeficijenti linearnih korelacija (Pearson) između analiziranih svojstva ovisno o kombinaciji križanja i lokaciji pokusa (donji lijevi dio-Slavonski Brod, gornji desni dio-Osijek) u 2008/09 godini.

	Sadržaj bjelančevina	Tvrdoća zrna	Sadržaj vlažnog ljepka	Gluten indeks	Vrijeme zamjesa tijesta	Vrijednost zamjesa srednje crte
Slavonski Brod/Osijek			Bezostaja/Klara			
Sadržaj bjelančevina	1	0.38	0.91	-0.58	-0.17	0.62
p		<.0001	<.0001	<.0001	0.0358	<.0001
Tvrdoća zrna	0.52	1	0.47	-0.18	-0.16	0.45
p	<.0001		<.0001	0.0324	0.0586	<.0001
Sadržaj vlažnog ljepka	0.92	0.61	1	-0.68	-0.34	0.67
p	<.0001	<.0001		<.0001	<.0001	<.0001
Gluten indeks	-0.37	-0.22	-0.51	1	0.44	-0.41
p	<.0001	0.0078	<.0001		<.0001	<.0001
Vrijeme zamjesa	0.61	0.32	0.58	-0.06	1	-0.32
p	<.0001	<.0001	<.0001	0.4599		<.0001
Vrijednost zamjesa srednje crte	0.70	0.52	0.70	-0.16	0.41	1
p	<.0001	<.0001	<.0001	0.0444	<.0001	
Slavonski Brod/Osijek			Monika/Golubica			
Sadržaj bjelančevina	1	0.36	0.84	-0.49	-0.04	0.64
p		<.0001	<.0001	<.0001	0.5708	<.0001
Tvrdoća zrna	0.39	1	0.36	-0.16	-0.07	0.43
p	<.0001		<.0001	0.0297	0.325	<.0001
Sadržaj vlažnog ljepka	0.84	0.36	1	-0.76	-0.34	0.76
p	<.0001	<.0001		<.0001	<.0001	<.0001
Gluten indeks	-0.38	0.00	-0.69	1	0.54	-0.45
p	<.0001	0.9632	<.0001		<.0001	<.0001
Vrijeme zamjesa tijesta	0.25	0.21	0.02	0.34	1	-0.21
p	0.0008	0.005	0.8096	<.0001		0.0046
Vrijednost zamjesa srednje crte	0.69	0.51	0.75	-0.35	0.12	1
p	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.1242	

\*p=razina značajnosti linearnog koeficijenta korelacije

Uz intenzitet selekcije od 10 % izborom na povećani sadržaj bjelančevina i sadržaj vlažnog ljepka u obje kombinacije križanja i na obje lokacije utvrđeno je da se istovremeno povećava tvrdoća zrna i vrijednost zamjesa tijesta, dok se vrijednosti gluten indeksa i vremena zamjesa tijesta srednje crte uglavnom smanjuju. Naročito smanjenje zabilježeno je u populaciji genotipova Monika/Golubica što ukazuje da izbor na ova svojstva ovisi o genetskoj osnovi. Pri izboru na vrijednost zamjesa tijesta srednje crte odabirom 10 % genotipova nije utvrđena konzistentna promjena u ostalim svojstvima (osim za gluten indeks), a što je vjerojatno posljedica niskih korelacija između svojstava (Tablica 3).

Tablica 3. Očekivana dobit od selekcije (relativno u %) ovisno o kriteriju izbora.

Kombinacija križanja	Lok	Sadržaj bjelančevina	Tvrdoća zrna	Sadržaj vlažnog ljepk	Gluten Indeks	Vrijednost zamjesa srednje crte	Vrijeme zamjesa tijesta
Sadržaj bjelančevina							
Bezostaja/Klara	OS	11.01	7.11	23.84	-7.88	9.75	-6.89
	SB	9.99	10.48	30.82	-3.22	14.98	5.58
Monika/Golubica	OS	14.04	10.16	25.60	-20.00	12.98	-9.59
	SB	14.28	8.89	31.67	-15.71	15.75	-1.35
Sadržaj vlažnog ljepk							
Bezostaja/Klara	OS	10.35	7.19	24.84	-7.72	9.79	-10.76
	SB	9.18	11.04	33.69	-8.97	12.85	3.29
Monika/Golubica	OS	12.78	10.87	31.34	-29.10	20.57	-22.23
	SB	10.93	15.68	36.99	-23.09	19.91	-14.86
Vrijednost zamjesa srednje crte							
Bezostaja/Klara	OS	5.82	3.65	14.42	-4.09	16.69	-12.85
	SB	-2.68	-12.79	-10.81	0.90	6.71	1.08
Monika/Golubica	OS	8.42	10.59	24.16	-18.72	25.78	-22.72
	SB	10.15	20.57	30.71	-12.78	24.08	-6.95

### Zaključci

Očekivana dobit od selekcija, izražena relativno u postotku, ovisila je o pojedinim svojstvima, i uz primijenjeni intenzitet selekcije od 10 %, varirala je za sadržaj bjelančevina od 9.99 do 14.28%, za sadržaj vlažnog ljepk od 24.84 do 36.99 % i vrijednost zamjesa srednje crte od 6.71 do 25.78 %.

Od svojstava koji nisu bili selekcijski kriterij, najviše se mijenjao gluten indeks i to uglavnom s negativnim predznakom (od -29.10 do 0.90 %), naročito u slučaju kad je selekcijski kriterij bio sadržaj vlažnog ljepk.

Očekivana dobit od selekcije i reakcija genotipova kroz vrijednost drugih analiziranih svojstava ovisila je o genetskoj osnovi populacije iz koje linije potječu (Monika/Golubica vs. Bezostaja/Klara).

### Literatura

- Allard R. W. (1961). Principles of Plant Breeding. J. Wiley & Sons Ltd. New York, London.
- Bergman C.J., Gualberto D.G., Campbell K.G., Sorrells M.E., Finney P.L. (1998). Genotype and environment effects on wheat quality traits in a population derived from a soft by hard cross. *Cereal Chem.* 75(5):729-737.
- Dong H., Sears R.G., Cox T.S., Hosney R.C., Lookhart G.L., Shogren M.D. (1992). Relationships between protein composition and mixograph and loaf characteristics in wheat. *Cereal Chem.* 69(2):132-136.
- Holland J.B., Nyquist W.E., Cervantes-Martinez C.T. (2003). Estimating and interpreting heritability for plant breeding: an update. *Plant Breed. Rev.* 22: 9-112.  
<http://www4.ncsu.edu/~jholland/heritability.html>
- Lerner, M.I. (1961). The Genetic Basis Of Selection. J. Wiley & Sons Ltd., New York, London.
- Na N., Vivi N., Arief I.H., DeLacy D.L., Sheppard J., Zhang G., Dieters M.J. (2010). Genetic gain in yield and protein over two cycles of a wheat recurrent selection program. *Breed. Sci.* 60: 181-186.
- Poehlman J. M., Sleper A.D. (1995). *Breeding Field Crops*. Fourth Edition. Iowa State University Press/Ames.
- SAS Institute. (2009). SAS/STAT(R) 9.2 User's Guide, Second Edition.  
<http://support.sas.com/documentation/onlinedoc/stat/>
- Sgro C.M., Hoffmann A.A. (2004). Genetic correlations, tradeoffs and environmental variation. *Heredity* 9: 241-248.
- van Ginkel M., Trethowan R., Ammar K., Wang J., Lillem M. (2002). Guide to bread wheat breeding at Cimmyt (rev.). Wheat Special Report No.5. CIMMYT:D.F., Mexico.
- Wang J., Eagles H.A., Trethowan R., van Hinkel M. (2005). Using computer simulation of the selection process and known gene information to assist in parental selection in wheat quality breeding. *Australian Journal of Agricultural Research.* 56: 465-473.

**Zahvala**

Ovaj rad financiran je od strane MZOŠ-a Republike Hrvatske u sklopu projekta „Razvoj QTL pomoću molekularnih markera za svojstva kvalitete pšenice“ (073-0730718-0536).

**sa2012\_0309**

# Relationship between grain yield, yield components and morphological traits in maize (*Zea mays* L.)

Jovan PAVLOV<sup>1</sup>, Nenad DELIĆ<sup>1</sup>, Gordana ŠURLAN-MOMIROVIĆ<sup>2</sup>, Gordana BRANKOVIĆ<sup>2</sup>, Nikola GRČIĆ<sup>1</sup>, Sofija BOŽINOVIĆ<sup>1</sup>, Vesna KANDIĆ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Maize Research Institute, Slobodana Bajića 1, 11000 Belgrade, Serbia  
(e-mail: jpavlov@mrizp.rs)

<sup>2</sup> University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 11000 Belgrade, Serbia

## Abstract

Twelve early to medium maturity maize hybrids were observed at two locations during 2010. to assess the phenotypic correlations among grain yield and six quantitative traits. Significant variations for grain yield and all investigated traits was found at probability level of  $P=0.05$ . Plant height showed the strongest positive correlation with grain yield ( $r_p=0.521^{**}$ ) followed by number of leaves per plant ( $r_p=0.394^{**}$ ), while positive phenotypic correlations was recorded between grain yield and all of the investigated traits.

Key words: maize, grain yield, phenotypic correlations

## Introduction

Maize is grown in Serbia on the area of 1.2-1.3 million hectares, and due to it, maize is the main field crop.

Globally, it is the third most important crop, after rice and wheat. The grain yield is economically the most important trait of maize and therefore the principal aim of breeders is to develop hybrids of high yielding potential. At the same time, the yield is a very complex quantitative trait affected by a great number of genes of a small individual effect. Its heritability is low and therefore it is under strong environmental impacts, which furthermore make breeding and selection more difficult (Boćanski, et al., 2009). Information on correlations among different traits in maize could help plant breeders to choose the most suitable selection procedure (Buhiniček, et al. 2008).

The association between two characters can directly be observed as phenotypic correlation while genotypic correlation expresses the extent to which two traits are genetically associated (Yousuf and Saleem, 2001).

Several researches have attempted to determine relationship between some agronomic traits and grain yield. Results showed that kernel per ear has the highest positive correlation with grain yield. After this trait, the number of rows per ear and grain length showed the strongest correlation with grain yield (Nemati, et al. 2009).

Annapurna et al. (1998) found that plant height, ear diameter, number of grain per row and number of rows per ear are in positive correlation with grain yield per unit area. Saleem et al. (2007) reported that plant height showed maximum positive direct effect on grain yield. Kernel per row was marked as the most contributing character towards high grain yield, followed by leaf area, plant height and number of leaves per plant (Malik, et al. 2005).

The objective of the study was to determine interrelationships of certain agronomic traits and grain yield of these hybrids.

### Material and methods

Twelve early to medium maturity maize hybrids (ZP-1, ZP-2, ZP-3, ZP-4, ZP-5, ZP-6, ZP-7, ZP-8, ZP-9, ZP-10, ZP-11, ZP-12) were observed under conditions of dry-land farming in two locations during 2010. First six hybrids are belonging to FAO 400 maturity group and the other six hybrids are belonging to FAO 500 maturity group.

The two-replicate trial was set up according to the RCB design. Sowing was mechanically performed. Each hybrid was sown in two rows. The distance between rows was 75 cm. The elementary plot length amounted 4 m. The crop was thinned at the 6-8-leaf stage and wanted density of 67,000 plants ha<sup>-1</sup> was obtained.

The measurement of morphological traits was done after the flowering stage.

Harvest was done by hand, and 10 ears of each genotype were collected for further analyses. The grain yield in tonnes per hectare was calculated at 14% moisture. The following agronomic traits were analyzed: plant height, ear height, number of leaves per plant, ear length, kernel row number and number of kernels per row.

The interrelationships between these traits and yield were determined using correlation coefficients.

The data for grain yield and observed traits were tested to the least significant difference test (LSD test,  $\alpha=0.05$ ).

The MSTAT-C programme was used for the complete statistical processing of data.

### Results and discussion

In this study we found significant differences for the data of all investigated traits among examined hybrids (Table 1), which is in accordance with results obtained by Čamdžija et al. (2011).

Grain yield of hybrids used in our study significantly varied from 9.98 t/ha (ZP-3) to 12.12 t/ha (ZP-8) and it was expected because the hybrids are belonging to the different maturity groups.

Plant height varied from 261.3 cm (ZP-3) to 284.9 cm (ZP-11). Ear height of hybrids ranged from 106.7 cm (ZP-2) to 129.5 cm (ZP-11). The smallest number of leaves per plant was found in hybrid ZP-2 (12.00), and conversely the most number of leaves per plant was recorded in hybrid ZP-11 (13.73). The minimum ear length was observed in hybrid ZP-6 (17.80 cm), while maximum length was found in hybrid ZP-4 (20.85 cm). Furthermore, kernel row number varied from 14.20 (ZP-7) to 16.60 (ZP-5) and finally number of kernels per row ranged from 37.20 (ZP-5) to 40.50 (ZP-6).

Table 1. Means and lsd values for yield performance and yield components of evaluated maize (*Zea Mays*, L.) hybrids

Hybrid	GY	PH	EH	NL	EL	KRN	NKPR
ZP-1	11.71 ab	273.6 bcde	121.3 ab	12.75 bcd	19.10 cd	15.60 bc	37.65 b
ZP-2	11.26 abc	267.7 def	106.7 d	12.00 e	19.27 bcd	14.95 cde	37.70 b
ZP-3	9.98 c	261.9 f	107.0 d	12.13 e	18.45 de	15.20 c	38.45 b
ZP-4	11.07 abc	266.5 def	107.9 cd	12.35 de	20.85 a	15.00 cde	41.50 a
ZP-5	10.46 bc	275.3 abcd	114.0 bcd	12.63 bc	18.50 cde	16.60 a	37.20 b
ZP-6	10.88 abc	269.8 cdef	117.6 bc	12.88 bc	17.80 e	16.40 ab	40.50 a
ZP-7	10.49 bc	281.6 ab	127.8 a	13.10 b	19.35 bcd	14.20 e	38.30 b
ZP-8	12.12 a	278.6 abc	121.9 ab	12.85 bc	19.50 bc	14.90 cde	38.05 b
ZP-9	10.09 c	264.4 ef	114.0 bcd	12.45 cde	19.10 cd	15.05 cd	37.00 b
ZP-10	12.00 a	262.2 f	110.6 cd	12.48 cde	20.15 ab	14.35 de	40.35 a
ZP-11	11.68 ab	284.9 a	129.5 a	13.73 a	19.20 bcd	15.60 bc	38.50 b
ZP-12	11.34 abc	271.5 cdef	110.4 cd	12.63 bcd	18.55 cde	16.40 ab	40.35 a
lsd (0.05)	1.50	10.1	9.9	0.48	1.02	0.81	1.80

GY= grain yield, PH= plant height, EH= ear height, NL= number of leaves per plant, EL= ear length, KRN= kernel row number, NKPR= number of kernels per row

The simple correlation coefficients of yield and yield components varied from -0.151 to 0.785 (Table 2). The highest value of phenotypic correlation was obtained between grain yield and plant height ( $r_p=0.521^{**}$ ). Highly significant, positive values of phenotypic correlation was also found between grain yield and number of leaves per plant ( $r_p=0.394^{**}$ ). This is in agreement with results of Malik, et al. (2005), but opposite to the results of Jasa-Vega (1985), who found negative association between grain yield per plant and plant height.

Significant correlations were found between grain yield, on one side and number of kernels per row, ear length, kernel row number and ear height on the other side. Our results are similar to the results of Bočanski et al. (2009). In their study they found strong phenotypic correlation between grain yield and cob weight, plant height, ear height, ear length, kernel number per row and 100-kernel weight.

Plant height exhibited strong positive correlation with ear height, number of leaves per plant and kernel row number and medium correlation with ear length and number of kernels per row. Malik, et al. (2005) also reported positive correlation between plant height on the one side and ear length and kernels per row on the other side.

Ear height showed strong and positive correlation with number of leaves per plant and kernel row number and weak positive correlation with ear length and number of kernels per row. These results are partly in agreement to the results obtained by Srečkov et al. (2011), who found positive correlations between ear height and ear length, but negative correlation between ear height and kernel rows.

Number of leaves per plant have a positive relationship with kernel row number and number of kernels per row and negative relationship with ear length. Ear length exhibited strong positive correlation with number of kernels per row and negative correlation with kernel row number which is in agreement with the results obtained by Čamdžija, et al. (2011).

Kernel row number was positively correlated with number of kernels per row, which is not in accordance with results Yousuf and Saleem, (2001).

Table 2. Simple correlation coefficients between the yield and agronomic traits

	GY	PH	EH	NL	EL	KRN	NKPR
GY	x	0.521**	0.300*	0.394**	0.332*	0.320*	0.348*
PH		x	0.709**	0.785**	0.107	0.383**	0.083
EH			x	0.729**	0.020	0.303	0.003
NL				x	-0.058	0.232	0.067
EL					x	-0.151	0.487**
KRN						x	0.208
NKPR							x

GY= grain yield, PH= plant height, EH= ear height, NL= number of leaves per plant, EL= ear length, KRN= kernel row number, NKPR= number of kernels per row; \*\*-significant at P=0.01; \*\*\* -significant at P=0.001

## Conclusion

Based on the results obtained in our study it can be concluded that there are significant differences for all investigated traits among the examined hybrids, which is expected because they belong to different FAO maturity groups. The highest grain yield was observed for hybrid ZP-8, and the lowest grain yield showed hybrid ZP-3. The simple correlation coefficient among investigated traits varied from -0.151 to 0.785. Plant height showed the strongest positive correlation with grain yield ( $r_p=0.521^{**}$ ), followed by number of leaves per plant ( $r_p=0.394^{**}$ ). Positive correlations were also found between grain yield and all of the investigated traits.

## References

- Annapurna D., Khan H.A. and Mohammad S. (1998). Genotypic-phenotypic correlations and path coefficient analysis between seed yield and other associated characters in tall genotypes of maize. *Crop Res. Hisar*. 16: 205-209.
- Bočanski J., Srečkov Z. and Nastasić A. (2009). Genetic and phenotypic relationship between grain yield and components of grain yield of maize (*Zea mays* L.). *Genetika*, 41 (2): 145-154.
- Buhiniček I., Palaversić B., Brkić I., Šarčević H., Kozumplik V. (2007). Korelacije između agronomskih svojstava kukuruza u FAOSZNFR1B populaciji kukuruza. *Sjemenarstvo* 24: 3-4.

- Čamdžija Z., Mladenović-Drinić S., Filipović M., Stevanović M., Pavlov J., Božinović S. (2011). Genetic variability among maize hybrids for yield and yield components. Proceedings. 46th Croatian and 6th International Symposium on Agriculture. Opatija, Croatia, 388-390
- Jasa-vega P.J. (1985). Divergent mass selection for line to line anthesis in a maize population. Dissertation Absts. Int. B (Sci. and Engineering), 45: 3422
- Malik H.N., Malik S.I., Hussain M., Chughtai S.R., Javed H. I. (2005). Genetic correlation among various quantitative characters in maize (*Zea mays* L.) hybrids. Journal of Agriculture & Social Sciences 1 (3): 262-265.
- MSTAT Development Team (1989). MSTAT-C: A microcomputer program for the design, management and analysis of agronomic research experiments. MSTAT Development Team, Michigan State University, East Lansing.
- Nemati A., Sedghi M., Sharifi R.S., Seiedi M.N. (2009). Investigation of correlation between traits and path analysis of corn (*Zea mays* L.) grain yield at the climate of Ardabil region (Northwest Iran). Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj (1), 194-198.
- Saleem A., Saleem U., and Subhani G.M. (2007). Correlation and path coefficient analysis in maize (*Zea mays* L.). J. Agric. Res., 45 (3).
- Srećkov Z., Nastasić A., Boćanski J., Djalović I., Vukosavljev M., and Jocković B. (2011). Correlation and path analysis of grain yield and morphological traits in test-cross populations of maize. Pak. J. Bot., 43 (3): 1729-1731.
- Yousouf, M., Saleem, M. (2001). Correlation analysis of S1 families of maize for grain yield and its components. International journal of agriculture and biology 3(4): 387-388.

**sa2012\_0310**

# The variation of agro-physiological parameters of local maize (*Zea mays* L.) populations growing in Kosova

Sali ALIU<sup>1</sup>, Imer RUSINOVCI<sup>1</sup>, Shukri FETAHU<sup>1</sup>, Fadil MILLAKU<sup>2</sup>, Salih SALIHU<sup>1</sup>, Bekim GASHI<sup>3</sup>, Fetah ELEZI<sup>3</sup>

<sup>1</sup> University of Prishtina, Faculty of Agriculture, department of Crop Science, Kosova (e-mail: salialiu02@gmail.com, sali.aliu@uni-pr.edu)

<sup>2</sup> University of Prishtina, Faculty of Natural Science, department of Biology, Kosova

<sup>3</sup> Agricultural University of Tirana, National Gene Bank, Albania

## Abstract

A study has been conducted in order to assess physiological characteristics of 10 local maize populations originating from different regions of Kosova. The objectives of this study were to evaluate the different morpho-physiological growth – production indicators of local maize populations. The factorial experiment was set up as randomized complete block design with three replicates. Results show that there were significant ( $LSDp=0.05$ ) differences for leaf area (LA), leaf area index (LAI), leaf area ratio (LAR), absolute growth rate (AGR), crop growth rate (CGR) and harvest Index (HI). In our study, LA varied from 2971.26 to 4270.36 cm<sup>2</sup> per plant. Average values ( $\mu$ ) of AGR and CGR up to silking were 3.94 g plant<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>, and 20.9 m<sup>2</sup> day<sup>-1</sup>, respectively. The variation for AGR and CGR up to silking was +1.48 g plant<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> or 37.56%, and +9.14 m<sup>2</sup> day<sup>-1</sup> or 43.73%, respectively. The Pearson's correlation coefficient among traits generally showed positive values. The results indicate that studied local maize populations are a reserve of genetic variability for agronomic traits and interest in improvement programmes.

Key words: maize, local populations, leaf area, crop growth rate

## Introduction

Maize (*Zea mays* L) is a widely grown crop in most parts of the world due to its adaptability and productivity (FAO, 2006). Maize growth and productivity per unit area depends upon the genetic makeup, plant density and others ecological factors. On a world wide scale maize has the highest production based on energy followed by wheat and rice. The genetic diversity of local maize populations (LMP) is thought to be the economically valuable part of global biodiversity and is considered of paramount importance for future world production (Wood and Lenne, 1997). Local maize populations are characterized with huge polymorphism resulting from the introduction, the spontaneous formation process and long-term people's selection (Ganeva, 1978; cited by Stoilova et al., 2005). In Kosova, local maize populations still represent important genetic resource used directly by farmers in a small scale. Based on area and production, maize it ranks on the second place among field crops in Kosovo. Maize growth and productivity depend on many factors such as genetic structure, environmental characteristics and production technology. If environment is not optimal (e.g., in areas with marginal rainfall such as <600 mm per year), the production of maize is considered to be less reliable (Robertson *et al.*, 2003). Maize is a plant with high production ability, which is determined by effective photosynthesis activity - photosynthesis type C<sub>4</sub> (Molnarova and Szucs, 2008). Physiological parameters, especially the leaf area and related components such as LAI, AGR and CGR are crucial factors in photosynthesis, and are especially important for maize (Aliu et al., 2010). The amount and distribution of LA in maize are major factors determining the grain yield (Stewart et al., 2003). Identification of key physiological processes associated with yield improvement and the determination of gene to phenotype associations can potentially increase the efficiency of breeding (Tollenar and Lee, 2006). This ratio



can be related to gas vegetation exchange processes such as photosynthesis, evaporation and transpiration (Duchemin et al., 2006). Leaf area is influenced by genotype, plant populations and agro ecological factors (Murphy et al., 1996). This study was undertaken to determine the variation of agronomic characteristics and different physiological parameters in LMP to agro ecological conditions of Kosova.

## Material and methods

### Experimental site

The experiment study area was located at Prishtina during 2009-2010 vegetation seasons. It lied between latitude 42°38'97" N and, 21°08'45" E longitude, elevation 571 m.a.s.l. The land has been used continuously for the cultivation of arable crops like winter wheat and maize. This region receives variable rainfall averaging about 613.3 mm per year and has mean annual temperature of about 10.27 °C. Summer temperatures in these region sometimes reach more than 35 °C, resulting in high evapotranspiration (HMIK, 2009).

### Plant material and experimental design

Ten local maize populations (LMP) used in this study were collected in different regions of Kosova. The ten MLP constituted the treatment which was laid out in a randomized complete block design (RCBD), with three replicates. The land preparation was done by intensive agro technique. Each plot consisted from 4 (four) rows and each row was 5 m long with an inter and intra row plant spacing of 0.75 x 0.25 m to give an equivalent plant populations of 53000 plant ha<sup>-1</sup>. Each plot had 15 m<sup>2</sup> a total of 40 plants which were considered for data collection. NPK 15:15:15 fertiliser was applied at the rate of 350 kg ha<sup>-1</sup>, and UREA (46%) was applied at the rate of 150 kg ha<sup>-1</sup>. Weeding was done manually to the end of plant vegetation.

### Measurements

The following data were collected; leaf area (LA), leaf area index (LAI), leaf area ratio (LAR), absolute growth rate (AGR), crop growth rate (CGR), harvesting index (HI). We measured at field and laboratory of the 5 plants from 4 (four) rows were randomly harvested from two of the middle rows (5 plants x 3 replicates = 15 plant per parameters). Leaf Area (LA) was determined according to the formula of Montgomery (1911), (Aliu et al., 2008), as follows:  $A = L \times W \times 0.75$ , where L is the leaf length, W is the leaf width, 0.75 is the factor of recalculation for maize. Derived physiological parameters of maize were calculated using the following formulae by Radford (1967), (Aliu et al., 2010).

Leaf Area Index (LAI) = Leaf area per Plant × Number of plants m<sup>-2</sup>.

Leaf Area Ratio (LAR) =  $\frac{LAP}{Wp}$  (cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>), where  $Wp$ - represent weight per plant (biomass), and  $LAP$ - is leaf area per plant. Absolute Growth Rate (AGR) =  $\frac{Wp}{Ds}$  (g/plant/day), where  $Ds$ - represent days to silking.

Crop Growth Rate (CGR) =  $\frac{Wp}{Ds} \times \text{No. of plants } m^{-2}$  (g m<sup>-2</sup> day<sup>-1</sup>)

### Data per plant at maturity

At biological maturity 5 plants per replications were randomly harvested from one of the middle rows. Derived biological parameters of maize were calculated using the following formulae:

Absolute Growth Rate =  $\frac{Wp}{Dm}$  (g plant<sup>-1</sup>day<sup>-1</sup>), where

$Wp$ - is weight per plant,

$Dm$ - represent days to maturity.

Crop Growth Rate =  $\frac{Wp}{Dm} \times \text{No of plants } m^{-2}$  (g m<sup>-2</sup>day<sup>-1</sup>).

Harvest Index (HI), were calculated on percentage basis in each plot using the following formulae: Harvest

$$\text{Index (HI)} = \frac{Gy}{By} (\%), \text{ where } Gy\text{- represent grain yield and } By\text{- is Biological yield}$$

### Statistical analysis

The data for all the traits were analysed by analysis of variance (ANOVA). Collected data were statistically analysed by Duncan's multiple range tests at the 0.05 level of significance in order to compare the trait differences among the LMPs. Statistical analyses were conducted by the computer program MINITAB-14, and Excel. Pearson's correlation coefficients were computed to express the relationship among characteristics.

### Results and discussion

The data for all the traits were analysed by analysis of variance (ANOVA). The results of all investigated parameters are given in Table 1. Statistical analysis showed significant differences among the studied populations in physiological parameters. The results of leaf area (LA) in our study showed that local maize populations (LMP) showed a large variation among genotypes. The LMP (FAGB-32) produced maximum LA (4480.11 cm<sup>2</sup>). The lowest LA (2971.26 cm<sup>2</sup>) was determined for the FAGB-34. The differences between these LMP were + 1508.85 cm<sup>2</sup>, or genetic variation was 39.13%.

Table 1. The values of agro-physiological indicators of local maize populations

Accession	LA cm <sup>2</sup> plant	LAI plant m <sup>2</sup>	LAR cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup>	AGR-S g plant <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	CGR- S g m <sup>2</sup> d <sup>-1</sup>	AGR-M g plant <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	CGR-M g m <sup>2</sup> d <sup>-1</sup>	HI %
FAGB50	4071.31 <sup>A</sup>	2.15 <sup>E</sup>	17.06 <sup>E</sup>	3.57 <sup>G</sup>	18.86 <sup>G</sup>	1.91 <sup>E</sup>	10.07 <sup>F</sup>	31.21 <sup>AB</sup>
FAGB48	3747.33 <sup>AB</sup>	1.98 <sup>G</sup>	14.91 <sup>H</sup>	4.24 <sup>C</sup>	22.51 <sup>C</sup>	2.08 <sup>C</sup>	11.07 <sup>C</sup>	38.84 <sup>A</sup>
FAGB46	3856.83 <sup>AB</sup>	2.04 <sup>F</sup>	17.53 <sup>D</sup>	3.85 <sup>F</sup>	20.41 <sup>F</sup>	1.82 <sup>F</sup>	9.69 <sup>G</sup>	29.86 <sup>C</sup>
FAGB44	4136.36 <sup>A</sup>	2.19 <sup>C</sup>	18.08 <sup>B</sup>	3.93 <sup>E</sup>	20.88 <sup>E</sup>	1.97 <sup>D</sup>	10.43 <sup>D</sup>	42.25 <sup>A</sup>
FAGB42	4075.41 <sup>A</sup>	2.15 <sup>D</sup>	20.35 <sup>A</sup>	3.44 <sup>I</sup>	18.26 <sup>I</sup>	1.74 <sup>G</sup>	9.21 <sup>H</sup>	43.08 <sup>A</sup>
FAGB40	3432.16 <sup>AB</sup>	1.81 <sup>I</sup>	14.64 <sup>I</sup>	4.11 <sup>D</sup>	21.79 <sup>D</sup>	1.96 <sup>D</sup>	10.38 <sup>E</sup>	41.11 <sup>A</sup>
FAGB38	3510.13 <sup>C</sup>	1.86 <sup>H</sup>	17.82 <sup>C</sup>	3.51 <sup>H</sup>	18.61 <sup>H</sup>	1.66 <sup>H</sup>	8.91 <sup>I</sup>	33.32 <sup>AB</sup>
FAGB36	4270.36 <sup>A</sup>	2.26 <sup>B</sup>	12.57 <sup>J</sup>	4.91 <sup>A</sup>	26.05 <sup>A</sup>	2.71 <sup>A</sup>	14.36 <sup>A</sup>	35.01 <sup>AB</sup>
FAGB34	2971.26 <sup>BC</sup>	1.57 <sup>J</sup>	16.61 <sup>G</sup>	3.18 <sup>J</sup>	16.91 <sup>I</sup>	1.51 <sup>I</sup>	8.02 <sup>J</sup>	35.96 <sup>AB</sup>
FAGB32	4480.11 <sup>A</sup>	2.37 <sup>A</sup>	16.81 <sup>F</sup>	4.66 <sup>B</sup>	24.72 <sup>B</sup>	2.27 <sup>B</sup>	12.02 <sup>B</sup>	32.17 <sup>AB</sup>
Mean (μ)	3855.13	2.03	16.63	3.94	20.9	1.96	10.41	36.28
LSD $p=0.05$	475.64	0.0205	0.0103	0.0218	0.0329	0.0172	0.0216	15.574
LSD $p=0.01$	651.55	0.0281	0.0141	0.0299	0.0451	0.0235	0.0295	21.333

Means in each column followed by the same letter are not significantly different at the 0.05 probability level.

Leaf Area Index (LAI) per plant is another important characteristic of maize which ultimately plays important role in photosynthetic machinery. The ten LMP of experiments revealed significant differences among genotypes for LAI (Table 1). The overall average values for LAI in our study were 2.03 plants per m<sup>2</sup>. The LMP (FAGB-32) had the highest LAI (2.37 plant per m<sup>2</sup>) which was significantly higher from the other populations, while the other LMP (FAGB-34) had the lowest LAI (1.57 plants per m<sup>2</sup>). The difference between them was +0.8 plant per m<sup>2</sup> or 39.40%. Leaf area ratio (LAR) is the ratio of leaf area to the total weight. It is also a measure of photosynthetic machinery per unit of plant biomass. The highest LAR (20.35 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>) was recorded for the FAGB-42, while the lowest LAR was recorded for the FAGB-36 (12.57 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>). Difference between them was +7.78 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> or 47.49%. The absolute growth rate (AGR) and crop growth rate (CGR) up to silking are the instruments for measuring the dry matter accumulation plant<sup>-1</sup> per time unit (Aliu et al., 2010). Mean AGR up to silking was 3.94g plant<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> and ranged from 4.91 plant<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> (FAGB-36) to 3.18 plant<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> (FAGB-34). Difference for these two genotypes was +1.73 plant<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> or expressed in relative value 43.90%. Significantly highest value of CGR up to silking, 26.05 m<sup>2</sup> day<sup>-1</sup>, was detected for LMP FAGB-36, while the lowest value was recorded for FAGB-34 (16.90 m<sup>2</sup> day<sup>-1</sup>). Berzsenyi and Lap (2004), reported different results of AGR, which varied from 1.88 to 6.97 g plant<sup>-1</sup>day<sup>-1</sup> as the results of increasing

plant density. The mean values of AGR up to maturity decreased from 2.71 g plant<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> for the local maize population FAGB-36 to 1.51g plant<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> for the FAGB-34. The difference between these two LMPs were +1.2g plant<sup>-1</sup>day<sup>-1</sup> or 61.22%. Crop growth rate (emergency to maturity) showed the relationship with other physiological parameters for the studied LMP. Significantly highest value of CGR (14.36 g m<sup>2</sup> day<sup>-1</sup>) was determined for the LMP FAGB-36. The lowest CGR was observed for the FAGB-34 (8.02 g m<sup>2</sup>day<sup>-1</sup>). Diference between them was +6.34g m<sup>2</sup>day<sup>-1</sup> or 60.90%. The physiological efficiency of maize plants to convert the total dry matter into grain yield was measured in form of the harvest index (HI) value. According to the HI, the results varied from 29.86 to 43.08%, while differences between LMP were +13.22%. There were considerable variations between and within populations for HI.

Table 2. Pearson's correlation coefficients among the studied physiological parameters of ten local maize populations

	LA (X <sub>1</sub> )	LAI (X <sub>2</sub> )	LAR (X <sub>3</sub> )	AGR-S (X <sub>4</sub> )	CGR-S (X <sub>5</sub> )	AGR-M (X <sub>6</sub> )	CGR-M (X <sub>7</sub> )
LAI	0.99**						
LAR	0.04	0.04					
AGR-S	0.61**	0.61**	-0.68**				
CGR-S	0.61**	0.61**	-0.67**	0.99**			
AGR-M	0.68**	0.68**	-0.68**	0.94**	0.94**		
CGR-M	0.67**	0.67**	-0.68**	0.95**	0.95**	0.99**	
HI	-0.10	-0.10	0.13	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08

\*0.05 significant, \*\* 0.01 significant

The knowledge of correlation coefficients between different traits helps the maize breeder to find out the nature and magnitude of the association between the studied traits which are mostly used to attain better yield of the crop (Akeel et al., 2010). Values of Pearson's correlation coefficient estimated for all pairs of studied characteristics are presented in Table 2. The results showed that significant and positive correlation coefficients were found between LA and LAI (r=0.99\*\*), AGR-S and CGR-S (r=0.99\*\*). However, non-significant correlation was observed only between HI and LAR.

### Conclusions

The ten local maize populations of Kosova significantly differed in measured physiological parameters measured in this study. The populations originate from different regions of Kosova and have different morphological backgrounds, but they were cultivated in same agro-ecological conditions. Physiological parameters analysis included LA, LAI, LAR, AGR, CGR, and HI, and provided an excellent opportunity to monitor the independent and interactive effects of different factors affecting maize and opened a way to management of these factors in maize plants.

### References

- Aliu S., Fetahu Sh., Rozman L. (2010). Variation of physiological traits and yield components of some maize hybrid (*Zea mays* L.) in agroecological conditions of Kosovo. Acta agriculturae Slovenica. 95 (1): 35-41.
- Aliu, S., Fetahu, Sh., Rozman, L., Salillari, A. (2008). General and specific combining ability studies for leaf area in some maize inbreds in agroecological conditions of Kosovo. Acta agriculturae Slovenica. 91(1): 67-73.
- Akeel A, Azzam K, and Ahmad A. (2010). Genetic variances, heritability, correlation and path coefficient analysisi in yellow maize cross0es. Agri and Biol.J of A.: 2151-7525.
- Berzsenyi Z., Lap, Q, 2004. Studies on the effect of plant density on maize growth using Richards function, 44 international crop sciences Congress.
- Duchemin B., Hadriab R., Errakib S., Bouleta G., Maisongrandea P., Chehbounia A., Escadafala R., Ezzaharb J., Hoedjesa J.C.B., Kharroud M.H., Khabbab S., Mougenota B., Oliosoe A., Rodriguezf J.C., Simonneauxa V. (2006). On the use of relationships between evapotranspiration, crops coefficients, leaf area index and remotely-sensed vegetation indices. Agric. Water Manage. 79: 1-27.

- FAOSTAT (2006). Food and Agriculture organisation statistics. <http://faostat.fao.org>.
- HMIK (2009). Hidrometereological Institute of Kosova.
- Murphy S.D., Yakubu Y., Weise S.F., Swanton C.J. (1996). Effect of planting patterns and inter row cultivation on competition between corn (*Zea mays* L.) and late emerging weeds. *Weed Sci.* 44: 865-870.
- Molnarova J, Szucs G. (2008). The maize production potential and yield in dependence form year . 44 Croatian & 4 internatioanl symposium on agriculture. pp.580-592
- Radford P.J. 1967. Growth analysis formulae –Their use and abuse.*Crop Sci.* 7: 171-175.
- Stoilova T., Pereira G., Sousa T., Carnide V. (2005). Diversity in common bean landraces from Bulgaria and Portugal. *JCEA* 6 (4): 443-448.
- Stewart D.W., Costa L.M., Hamilton R.I., Ma B.L. (2003). Canopy structure, light interception and photosynthesis in maize. *Agron. Journ.* 95: 1465-1474.
- Tollenar M., Lee A. (2005). Dissection of physiological processes underlying grain yield in maize by examining genetic improvement and heterosis. *Maydica* 51: 399-408.
- Robertson M., Cawthray S., Birch C., Bidstrup R., Crawford M., Dalgleish, N.P., Hammer G. (2003). Managing the risk of growing dry land maize in the northern region. In 5<sup>th</sup> Australian Maize Conference; Maize Association of Australia: 112-119.
- Wood, D and Lenne, J.M. (1997). The conservation of agro biodiversity *on-farm*: Questioning the emerging paradigm. *Biodiversity and Conservation.*6:109-129.

sa2012\_0311

# Dialelna analiza kvantitativnih svojstava u križanjima pšenice

Sofija PETROVIĆ, Miodrag DIMITRIJEVIĆ, Nataša LJUBIČIĆ, Borislav BANJAC

Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Srbija  
(e-mail: sonjap@polj.uns.ac.rs)

## Sažetak

Dialelnim križanjem četiri sorte pšenice ('Pobeda', 'Renesansa', 'Sara' i 'Partizanka') je ispitan učinak gena za broj i masu zrna po klasu. Analiza varijance kombinirajućih sposobnosti ukazuje na značajan udio aditivne i neaditivne komponente u nasljeđivanju ispitivanog svojstva. Regresijskom analizom je ustanovljena različita raspodjela dominantnih i recesivnih gena, kao rezultat divergentnosti roditelja. Način nasljeđivanja oba ispitivana svojstva je superdominantan.

Ključne riječi: pšenica, broj i masa zrna po klasu, dialel, regresijska analiza

## Diallel analysis of quantitative traits in wheat crosses

### Abstract

Gene effect of number and weight of grains per spike in diallel crosses that included four varieties of wheat (Pobeda, Renesansa, Sara i Partizanka) have been examined. Analysis of variance of combining abilities indicated a significant proportion of additive and non-additive components in the inheritance of investigated properties. The regression analysis showed distinct distribution of dominant and recessive genes, as a result of divergence of the parents. Mode of inheritance in both investigated traits appeared to be overdominance.

Key words: wheat, grain number per spike, grain weight per spike, diallel, regression analysis

### Uvod

Pšenica je jedna od najvažnijih ratarskih kultura i od davnina se koristi za ljudsku ishranu. S obzirom na važnost koju pšenica ima u suvremenoj ratarskoj proizvodnji, osnovni cilj oplemenjivanja je dobijanje sorti sa visokim genetskim potencijalom za urod. Sa druge strane, bitno je i da se šire genetski divergentni genotipovi pšenice, koji se nadopunjuju u urodu i kvaliteti, a posebice u svojstvima kojima se suprotstavljaju nepovoljnim uvjetima vanjske okoline (Borojević i Mišić, 1987).

Broj zrna i masa zrna po klasu su kvantitativna svojstva-direktne komponente uroda, koje zavise od biljnog sklopa, duljine klasa, broja fertilnih klasića, faktora okoline, kao i od kemijskog sustava i mase 1000 zrna (Zečević i sur., 2010).

Cilj rada je da se primjenom modela regresijske analize u dialelnim križanjima ustanovi genski sistem nasljeđivanja broja i mase zrna po klasu, kao i da se raspodjelom dominantnih i recesivnih gena između roditeljskih komponenti prouči efekat genske interakcije.

### Materijal i metode

Za ispitivanje je odabrano četiri ozima genotipa pšenice: 'Pobeda', 'Renesansa', 'Sara' i 'Partizanka', koja su dialelno skrižena, te je dobijena  $F_1$  generacija potomstava. Kombinacije križanja su: Pobeda × Renesansa, Pobeda × Sara, Pobeda × Partizanka, Renesansa × Sara, Renesansa × Partizanka te Sara × Partizanka. Sorte

su sijane u redove duljine 2m, sa međurednim razmakom 20cm i razmakom između biljaka u redu 10cm, na pokusnom polju Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu u tri ponavljanja, po slučajnom bloknom rasporedu, u dvije vegetacijske sezone 2009/10 i 2010/11. Analiziran je broj i masa zrna po klasu, u fazi pune zrelosti biljaka. Osnovni uzorak se sastojao od 10 biljaka po ponavljanju.

Za obradu podataka je korišten model regresijske analize (Hayman, 1954; Mather i Jinks, 1977). Opća kombinacijska sposobnost (OKS) i specifična kombinacijska sposobnost (SKS) su određene po metodi 2 (roditelji i F<sub>1</sub> generacije), model Griffing (1956).

Korišten je program AGROBASE Generation II™ (© 2007 - 2008 Agronomix Software Inc.).

## Rezultati i rasprava

Analiza varijance kombinacijskih sposobnosti za broj zrna po klasu pokazuje visoko značajnu vrijednost za OKS i značajnu vrijednost za SKS, što ukazuje na udio aditivne i neaditivne komponente genetske varijance u nasljeđivanju ispitivanog svojstva. Analiza varijance za masu zrna po klasu pokazuje da su se roditelji značajno razlikovali u SKS, što ukazuje na neaditivni udio genetske varijance u nasljeđivanju ovoga svojstva, što pokazuje i omjeri OKS/SKS (Tablica 1). Dobiveni rezultati su sukladni onima koje navode Joshi i sur. (2004) i Hassan i sur. (2007).

Srednje vrijednosti ispitivanih svojstava roditeljskih sorti i potomstava su se značajno razlikovale. Najmanju srednju vrijednost broja zrna po klasu imala je 'Partizanka' (36), a najveću 'Pobeda' (45). Masa zrna po klasu varira od 1,60g kod sorte 'Sara' do 2,05g kod sorte 'Pobeda'. Sorta 'Pobeda' ima maksimalne vrijednosti oba analizirana svojstva. U F<sub>1</sub> generaciji srednje vrijednosti broja zrna po klasu se kreću od 36 zrna u križanju 'Renesansa' × 'Partizanka', do 46 zrna po klasu u križanju 'Pobeda' × 'Sara'. Srednje vrijednosti mase zrna po klasu se kreću od 1,53g u križanju 'Renesansa' × 'Partizanka', do 2,54g u križanju 'Sara' × 'Partizanka' (Tablica 2).

Tablica 1. Analiza varijance kombinacijskih sposobnosti u dialnom križanju pšenice

Izvori variranja	Stupnjevi slobosde	Suma kvadrata		Sredine kvadrata		F		F-tab.	
		Broj zrna	Masa zrna	Broj zrna	Masa zrna	Broj zrna	Masa zrna	0,05	0,01
OKS	5	84,33	0,16	16,87	0,03	11,24**	2,48	3,16	5,09
SKS	15	58,51	0,63	3,90	0,04	2,60*	3,21*	2,43	3,37
Pogreška	18			1,50	0,01				

Broj zrna po klasu: OKS/SKS = 4,32; Masa zrna po klasu: OKS/SKS = 0,77

Tablica 2. Srednje vrijednosti broja zrna po klasu i mase zrna po klasu (g) pšenice u dialnom križanju (prvi broj predstavlja broj zrna, a drugi masu zrna po klasu)

Genotipovi	Pobeda	Renesansa	Sara	Partizanka
Pobeda	45/2,05	42/1,69	46/2,06	44/1,89
Renesansa		44/1,89	42/1,69	36/1,53
Sara			37/1,60	41/2,54
Partizanka				36/1,77

LSD<sub>0,05</sub> = 3,64/0,34; LSD<sub>0,01</sub> = 4,99/0,46

**Broj zrna po klasu.** Obzirom da je vrijednost aditivne komponente varijance (D=23,87) manja od vrijednosti dominantne komponente (H<sub>1</sub>=37,97 i H<sub>2</sub>=26,53), znači da je genetska varijanca broja zrna po klasu uslovljena pretežno djelovanjem gena sa dominantnim efektom. Pošto je vrijednost H<sub>1</sub> veća od vrijednosti H<sub>2</sub>, pozitivni i negativni aleli na ovim lokusima nisu u podjednakom omjeru kod roditelja. Ovo se očituje i u relaciji u≠v, gdje je vrijednost frekvence dominantnih gena (u= 0,23) i frekvence recesivnih gena (v= 0,77). Pozitivna vrijednost F (interakcija aditivni × dominantni efekat), F= 16,57 ukazuje na veći utjecaj dominantnih gena što je u skladu sa vrijednošću frekvence dominantnih i recesivnih gena. O nejednakoj raspodjeli dominantnih i recesivnih alela govori i vrijednost H<sub>2</sub>/4H<sub>1</sub>= 0,17. Dobijena vrijednost prosječnog stupnja dominacije  $\sqrt{(H_1/D)}= 1,26$  ukazuje na superdominantni način nasljeđivanja. Omjer ukupnog broja

dominantnih prema recesivnim alelima je  $K_D/K_R = 1,76$  pokazuje da je veći utjecaj dominantnih gena u nasljeđivanju posmatrane komponente uroda (Tablica 3).

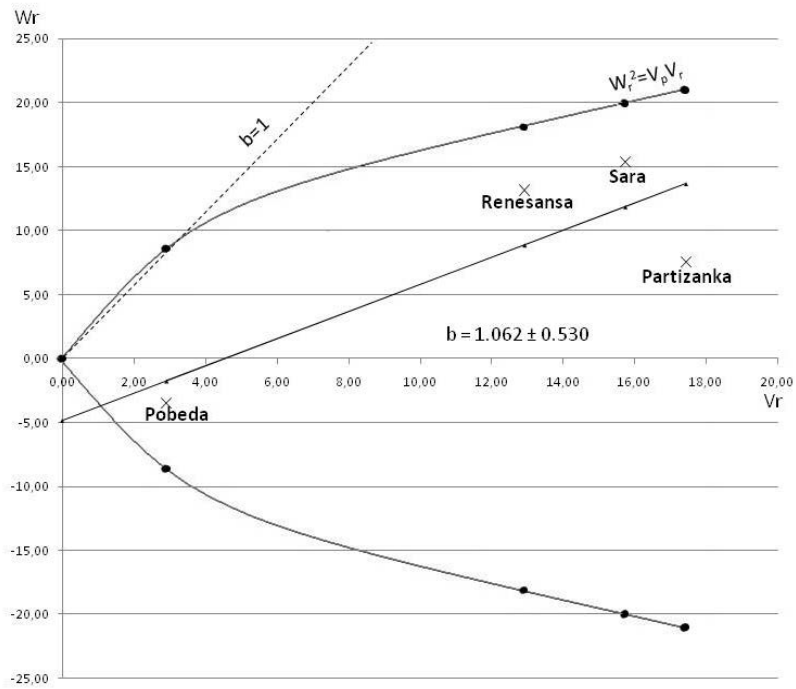
**Masa zrna po klasu.** Genetska varijanca ovog svojstva je uslovljena pretežno djelovanjem gena sa dominantnim efektom obzirom da je vrijednost aditivne komponente varijance ( $D=0,03$ ) manja od vrijednosti dominantne komponente ( $H_1=0,43$  i  $H_2=0,31$ ). Pošto je vrijednost  $H_1$  veća od vrijednosti  $H_2$ , pozitivni i negativni aleli na ovim lokusima nisu u podjednakom omjeru kod roditelja. Dobijena vrijednost prosječnog stupnja dominacije  $\sqrt{(H_1/D)} = 3,87$  ukazuje na superdominantni način nasljeđivanja. Omjer ukupnog broja dominantnih prema recesivnim alelima je  $K_D/K_R = 2,06$  pokazuje da je veći utjecaj dominantnih gena u nasljeđivanju posmatrane komponente uroda (Tablica 3).

Tablica 3. Komponente varijance za broj i masu zrna po klasu pšenice

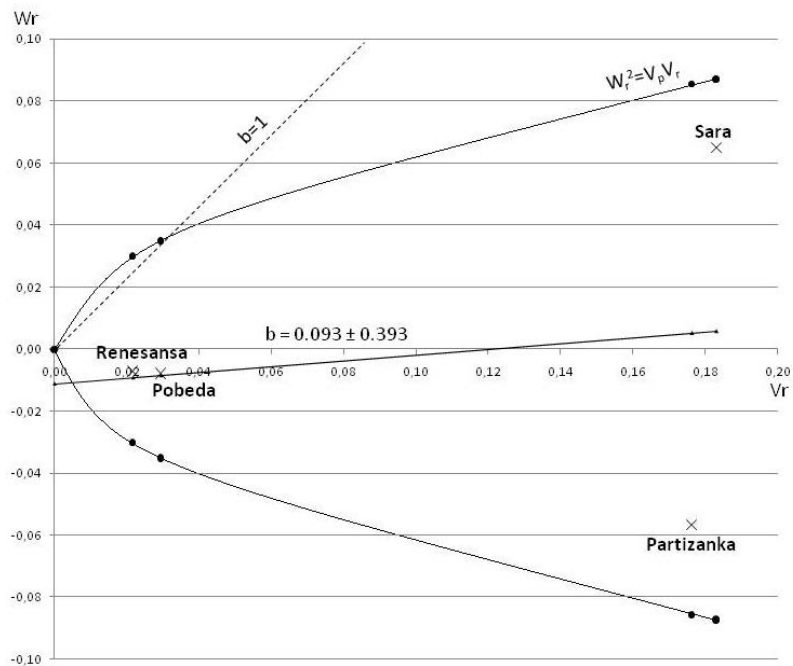
Komponente varijance	Parametri klasa pšenice	
	Broj zrna	Masa zrna
D	23.87	0.03
H <sub>1</sub>	37.97	0.43
H <sub>2</sub>	26.53	0.31
F	16.57	0.08
E	1.50	0.01
H <sub>2</sub> /4H <sub>1</sub>	0.17	0.18
u = p	0.23	0.24
v = q	0.77	0.76
$\sqrt{(H_1/D)}$	1.26	3.87
$K_D/K_R$	1.76	2.06

**Broj zrna po klasu.** Pozicija točaka roditelja na dijagramu pokazuje najmanje vrijednosti  $W_r$  i  $V_r$  za sortu Pobeda, što je indicija da je relativni broj dominantnih gena veći od recesivnih za posmatrano svojstvo, kod ovog genotipa. Veći udio recesivnih gena su iskazale sorte 'Renesansa', 'Sara' i 'Partizanka'. S obzirom da linija regresije siječe ordinatu ispod koordinatnog početka, riječ je o superdominantnom nasljeđivanju, a sukladno je dobijenom omjeru  $\sqrt{H_1/D}$  (Graf 1). Superdominantan način nasljeđivanja broja zrna po klasu u dialelnom križanju pšenice su zapazili Rahman i sur. (2000).

**Masa zrna po klasu.** Pozicija točaka ukazuje na genetsku divergentnost roditeljskih sorti. Pri tome je kod sorti 'Renesansa' i 'Pobeda' veći udio dominantnih gena, s obzirom da se nalaze najbliže koordinatnom početku, a kod sorti 'Sara' i 'Partizanka', koje su najudaljenije od istog je znatno veći udio recesivnih gena. Roditeljska sorta 'Pobeda' se nalazi točno na mjestu presjeka sa linijom regresije, a vrlo je blizu koordinatnog početka, kod nje se zastupljeni svi dominantni geni. Pošto linija regresije siječe ordinatu ispod koordinatnog početka, način nasljeđivanja je superdominantan, što je sukladno dobivenoj vrijednosti prosječnog stupnja dominacije (Graf 2). Utjecaj gena sa prevashodno dominantnim efektom u nasljeđivanju mase zrna po klasu primjenom regresione analize u dialelnom križanju krušne pšenice su zabilježili i Inamullah i sur. (2006).



Graf 1. Regresijska analiza VrWr za broj zrna po klasu pšenice



Graf 2. Regresijska analiza VrWr za masu zrna po klasu pšenice



## Zaključak

Prema dobivenim rezultatima analize dialela, uočen je složen sistem nasljeđivanja broja i mase zrna po klasu u promatranim dialelnim križanjima. Ovo je posljedica divergentnosti roditelja, kao i kompleksne genetske osnove ispitivanih kvantitativnih svojstava. Sorta 'Pobeda' je sadržavala veći udio dominantnih alela, a sorte 'Sara' i 'Partizanka' veći udio recesivnih alela za oba ispitivana svojstva. Sorta 'Renesansa' ima različitu raspodjelu dominantnih i recesivnih alela. Način nasljeđivanja broja i mase zrna po klasu je superdominantan. Omjeri OKS/SKS, kao i poželjan izbor roditeljskih sorti u križanjima bi mogli da se koriste kao validni pokazatelji u povećanju prinosa pšenice.

## Literatura

- Borojević S., Mišić T. (1987). Sorta kao faktor unapređenja poljoprivredne proizvodnje. Jugoslovensko savetovanje „Uslovi i mogućnosti proizvodnje 6 miliona tona pšenice“, Novi Sad: 15-28.
- Griffing B. (1956). Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Australian Journal of Biological Sciences 9: 463.
- Hassan G., Mohammad F., Afridi S.S., Khalil I. (2007). Combining ability in the F<sub>1</sub> generations of diallel cross for yield and yield components in wheat. Sarhad J. Agric. 23 (4): 937-942.
- Hayman B.I. (1954). The theory and analysis of diallel crosses. Genetics 39: 251-271.
- Inamullah H.A., Mohammad F., Din S., Hassan G., Gul, R. (2006): Diallel analysis of the inheritance pattern of agronomic traits of bread wheat. Pak., J., Bot. 38 (4): 1169-1175.
- Joshi S.K., Sharma S.N., Singhania D.L., Sain R.S. (2004). Combining ability in the F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> generations of diallel cross in hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L. em. Thell). Hereditas 141: 115-121.
- Mather K., Jinks J.L. (1977). Introduction to biometrical genetics. Cornell University Press, Ithaca, New York.
- Rahman, M.A., Sidique N.A., Alam M.R., Khan. M.R., Alam. M.S. (2000). Genetic Analysis of some yield contributing and quality characters in spring wheat (*Triticum aestivum*). Asian J. of Plant Sci, 2 (3): 277-282.
- Zečević V., Bošković J., Dimitrijević M., Petrović S. (2010). Genetic and Phenotypic Variability of Yield Components in Wheat (*Triticum aestivum* L.). Bulgarian Journal of Agricultural Science 16 (4): 422-428.

sa2012\_0312

# Efficiency of oat *Pc* resistance genes to prevalent pathotypes of *Puccinia coronata avenae*

Mirjana STALETIĆ<sup>1</sup>, Vera ĐEKIĆ<sup>1</sup>, Miloje MILOVANOVIĆ<sup>1</sup>, Vesna STEVANOVIĆ<sup>1</sup>, Drago MILOŠEVIĆ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Agriculture Research Institute Serbia, Small Grains Research Center, Save Kovačevića b.b., 34000 Kragujevac, Serbia (e-mail: staleticm@kg.ac.rs)

<sup>2</sup>University of Kragujevac, Faculty of Agronomy, Cara Dušana 34, 32000 Čačak, Serbia

## Abstract

This paper deals with efficiency of some *Pc* resistance genes to prevalent pathotypes of crown rust disease agent in oat. Genes *Pc 54-1* and *Pc 55* conferred high degree of resistance (89.52%). Majority of genes conferred partial resistance. Efficiency of *Pc* resistance genes to prevalent *P. coronata* pathotypes during two years of investigation was satisfying (58.00%).

Key words: efficiency, oats, *Pc* genes, resistance

## Introduction

Leaf rust of oat, caused by *Puccinia coronata avenae*, is frequent and economically very important oat disease (Harder and Haber, 1992; Šebesta et al., 1996; Chong and Aung, 1996; Aung et al., 1996). There are small number of data dealing with appearance and damages caused by this parasite in SCG. This disease is appearing frequently, while strong attack was noticed in 1959 (Kostić, 1965). Stojanović et al., (1995) pointed out that crown rust is broadly distributed in Serbia, but the intensity of its development is different in some years and locations. In conditions of epidemic, grain yield is 30 to 50% lower than in years without the epidemic outbreak (Hohrjakova and Fedorova, 1975).

Different strategies were applied in breeding to achieve resistance of oats to this pathogen. Basic goal was, in general, to keep intensity of disease on low level, and in that way enable a stabile production. One of significant strategies is incorporation of more major genes for resistance in new cultivars (Mundt, 1990; Bošković et al., 2000).

The goal of these investigations was to test efficiency of some *Pc* resistance genes to prevalent pathotypes of *Puccinia coronata avenae*.

## Material and methods

Investigations were carried out during 2001 and 2002 year in Center for Small Grains in Kragujevac. Establishment of virulence formulas of prevalent pathotypes was performed by set of isogonics lines of oat carrying known genes for resistance (*Pc 38*, *Pc 39*, *Pc 48*, *Pc 50*, *Pc 50-2*, *Pc 54-1*, *Pc 54-2*, *Pc 55*, *Pc 56*, *Pc 58*, *Pc 59*, *Pc 60*, *Pc 61*, *Pc 62*, *Pc 63*, *Pc 64*, *Pc 67* and *Pc 68*), according to methods of Green (1965) and Šebesta and Harder (1983).

Resistance of seedlings of genotypes with known *Pc* resistance genes was examined in controlled conditions (temperature of -18 °C, relative humidity above 80% and artificial lighting). Inoculation of seedlings by pure cultures of prevalent pathotypes with pathogen formulae (A/V): 38, 39, 48, 50, 50-2, 54-1, 54-2, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64 and 38, 39, 48, 54-1, 55, 56, 58, 59, 60, 63, 50-2, 54-2, 61, 62, 64, 67, was performed in stage of full development of the first leaf, and after 12-14 days the type of their reaction was estimated by determination of the degree of infection from 0 to 4 (0-resistant; 1-intermediate resistant; 2-high sensitive and 4-very sensitive, Stakman et al., 1962).

**Results and discussion**

The obtained results show that efficiency of *Pc* genes against disease agent *Puccinia coronata avenae* was different, which is noticeable from the data presented in Table 1.

Table 1. Efficiency of *Pc* resistance genes to pathotypes of *Puccinia coronata avenae* in 2001 and 2002 seasons

<i>Pc</i> genes	2001.				2002.				Average
	R		S*		R		S		
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	
38	10	71.42	4	28.57	3	20.00	12	80.00	45.71
39	12	85.71	2	14.28	1	6.66	14	93.33	46.18
48	10	71.42	4	28.57	0	0.00	15	100.00	35.71
50	9	64.28	5	35.71	7	46.66	8	53.33	55.47
50-2	7	50.00	7	50.00	0	0.00	15	100.00	25.00
54-1	12	85.71	2	14.28	14	93.33	1	6.66	89.52
54-2	10	71.42	4	28.57	1	6.66	14	93.33	39.04
55	12	85.71	2	14.28	14	93.33	1	6.66	89.52
56	13	92.85	1	7.14	10	66.66	5	33.33	79.75
58	12	85.71	2	14.28	12	80.00	3	20.00	82.85
59	13	92.85	1	7.14	12	80.00	3	20.00	86.42
60	3	21.42	11	78.57	12	80.00	3	20.00	50.71
61	5	35.71	9	64.28	13	86.66	2	13.33	61.18
62	8	57.14	6	42.85	13	86.66	2	13.33	71.90
63	14	100.00	0	0.00	2	13.33	13	86.66	56.67
64	2	14.28	12	85.71	3	20.00	12	80.00	17.14
67	5	35.71	9	64.28	0	0.00	15	100.00	17.85
68	14	100.00	0	0.00	13	86.66	2	13.33	93.33
Mean		78.57				48.14			58.00

\*R-resistant; S-susceptible

In 2001 season, the most efficient were genes *Pc* 63 and *Pc* 68 with 100% efficiency to prevalent pathotypes of the mentioned pathogen. On the other side, genes *Pc* 64 (14.28%) and *Pc* 60 (21.42%) demonstrated the lowest efficiency. Efficiency of genes *Pc* 50-2 was 50%, and genes *Pc* 39, *Pc* 54-1 and *Pc* 58 (85.71%), which points out their medium efficiency.

In the 2002 season, genes *Pc* 54-1 and *Pc* 55 demonstrated the highest efficiency (93.33%). Genes *Pc* 61, *Pc* 62 and *Pc* 68 also expressed high efficiency (86.66%). Genes *Pc* 48, *Pc* 50-2 and *Pc* 67, had the lowest efficiency (0%) and for them, all pathotypes were virulent. Very low efficiency (6.66%) was also demonstrated for genes *Pc* 39 and *Pc* 54-2. The most efficient in both years of investigations was gene *Pc* 68 (93.33%), followed by *Pc* 54-1 and *Pc* 55 (89.52%). Resistance of majority of the rest of *Pc* genes ranked from 17.14% to 86.42%. Efficiency of genes *Pc* 64 (17.14%) and *Pc* 67 was very low (17.85%).

Average efficiency of resistance genes in the first year of investigations was 78.57% and it was something higher than the average efficiency of genes in the season 2002, which was 48.14%. Efficiency of *Pc* resistance genes to prevalent pathotypes of pathogen in both years of investigations was sufficient and it was 58.00%.

The number of genes, which control resistance of oat to crown rust disease agent in some cultivar is high and can vary from one to several tens. Simons et al. (1978), in their catalogue presented the list of 61 *Pc* resistance genes. According to recent knowledge, today over 90 *Pc* resistance genes (Chong and Brown, 1996) are known.

Efficiency of *Pc* genes was the object of many investigations in the world (Šebesta et al., 1987; 1995; 1997; 2003; Manisterski and Wahl, 1995; Chong, 1996; Chong and Aung, 1996; Leonard and Anikster, 1996; Dilkova and Forsberg, 1996), as well as in our country (Kostić, 1964; Stojanović et al., 1995; Staletić et al., 2002). Depending on virulence of pathogen population, efficiency of identified resistance genes was different.

Our results demonstrate that the most efficient in both years of the investigation were genes *Pc* 68 and *Pc* 63 (100%). Manisterski and Wahl (1995), emphasized that line with *Pc* 68 gene was completely resistant in stage of seedlings, which is in agreement with the obtained results. Also, significant efficiency of gene *Pc* 68 (99%) was found by Leonard and Anikster (1996) in USA, as well as by Bonnett (1996) in Australia. During the

period from 1995 to 2001, those genes in Europe demonstrated very high efficiency *Pc 68* (99%) found Šebesta et al. (2003).

The highest number of genes expressed partial efficiency which was from 17.14% to 86.42%. Low efficiency was conferred by genes *Pc 64* (17.14%) and *Pc 67* (17.85%).

The results related to efficiency of resistance genes are not universal, since they can be different depending on areas and on specific structure pathogen population, as well as ecologic factors (Limpert *et al.*, 1990). Yukhnina et al. (1996), emphasized significance of line carrying gene *Pc 59*, which possesses high resistance to crown rust disease agent of oat, but also, excellent agronomic characteristics. In the 2002 year, genes *Pc 48*, *Pc 50-2* and *Pc 67* were completely inefficient (0%). In breeding programs for resistance genes to which 90% pathotypes of pathogen are avirulent are used (Krivčenko and Suhanberdina, 1978).

### Conclusion

Resistance of oat to *P. coronata avenae* is controlled by different genes, which were marked by starting fonts of pathogen (*Pc*). Existence of good sources of resistance, as well as knowledge of efficiency of *Pc* genes, present the basis for oat breeding *P. coronata avenae*-resistant oat cultivars against this pathogen.

In 2001 season, the most efficient genes were *Pc 63* and *Pc 68* with 100% efficiency to prevalent pathotypes of the mentioned pathogen. The most efficient in both years of investigations was gene *Pc 68* (93.33%).

### References

- Aung T., Chong J., Leggett M. (1996). The transfer of crown rust resistance gene *Pc-94* from a wild diploid to cultivated hexaploid oat. Proc. of the IX Europ and Medit. Cereal Rust and Powdery Mildew Conf., p. 167-171, Netherlands.
- Bonnett D. G. (1996). Host: Pathogen Studies of Oat Leaf Rust in Australia. Proc. of the V Inter Oat. Conf. and VIII Inter. Barley Gen. Symp. 2: 701-702, Canada.
- Bošković J., Bošković M., Babović M., Jerković Z., Perić V. (2000). Pyramiding strategy for durable resistance to wheat leaf rust pathogen. In: Wheat in a Global Environment (eds. Bedo, Z. and Lang, L), 337-343. Kluwer Acad. Publ. Dordrecht, Netherlands.
- Chong J. (1996). Virulence and pathotypic diversity of *Puccinia coronata* on oat and Buckthorn in Manitoba, Canada, during 1986-1995. Proc. of the IX Europ and Medit. Cereal Rust and Powdery Mildew Conf., p. 98-100, Netherlands.
- Chong J., Aung T. (1996): Interaction of the crown rust resistance gene *Pc-94* with several *Pc* genes. Proc. of the IX Europ and Medit. Cereal Rust and Powdery Mildew Conf., p. 172-175, Netherlands.
- Chong J., Brown P. D. (1996). Genetics of resistance to *Puccinia coronata* f. sp. *avenae* in two *Avena sativa* accessions. Can. J. Plant Pathology 18: 286-292.
- Dilkova M. B., Forsberg R. A. (1996). Virulence of single spore isolates of *Puccinia coronata* from one susceptible and five resistance oat genotypes. Proc. of the V Inter. Oat Conf. and VIII Inter. Barley Gen. Symp. 2: 711-713, Canada.
- Green G. J. (1965). Stem rust of wheat, barley and rye in Canada in 1965. Can. Plant Dis. Surv. 45: 23-29.
- Harder D. E., Haber S. (1992). Oat Diseases and Pathologic Techniques. Oat Science and Technology-Agronomy Monograph 33: 307-425, ASA-CSSA, USA.
- Hohrjakova M.K., Fedorova P.N. (1975). Abzor isledovanij ržavčini zernovih kuljtur v SSSR. Ržavčina hljebnih zlakov. "Kolos", Moskva.
- Kostić B. (1964). Physiologic races of *Puccinia graminis* var. *avenae* Erikss et Henn and reactions of some oat varieties. Cereal rust conf 222-229, Cambridge.
- Kostić B. (1965). Fiziološke rase *Puccinia coronata* Ceda. var. *avenae* Frasset et Led. i stepen osetljivosti nekih sorata i hibrida ovsa prema njima. Zaštita bilja, 83: 99-108.
- Krivčenko V.I., Suhanberdina H. E. (1978). Efikasnost genov ustojčivosti pšenici k mučnistoj rose. Sel. Biologija 5: 730-732.
- Leonard K.J., Anikster Y. (1996). Oat crown rust diversity in North America and Israel. Proc. of the IX Europ and Medit. Cereal Rust and Powdery Mildew Conf. 144, Netherlands.
- Limpert E., Andrivon D., Fischbeck G. (1990). Virulence patterns in population of *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei* in Europe in 1986. Plant Pathology 39: 402-415.

- Manisterski J.A., Wahl I. (1995). Studies on oat crown rust in Israel. *Petria*, 5: 50-54.
- Mundt C.C. (1990). Probability of mutation to multiple virulence and durability of resistance gene pyramids. *Phytopathology* 80: 221-223.
- Simons M. D., Martens W. J., McKenzie H. I. R., Nishiyama I., Sadanaga K., Šebesta J., Thomas H. (1978). Oats: A standardized system of nomenclature for genes and chromosomes and catalog of genes governing characters. *Agriculture handbook 509*; United States Department of Agriculture. Washington.
- Stakman E. C., Stewart D. M., Loegering W. Q. (1962). Identification of Physiological races of *Puccinia graminis* var. *tritici*. *U. S. Agric. Res. Serv. ARS E 617*: 1-53.
- Staletić M., Stojanović S., Šebesta J. (2002). Genetička varijabilnost virulentnosti *Puccinia coronata avenae* u Srbiji. *Zbornik rezimea sa XII simpozijuma o zaštiti bilja i savetovanje o primeni pesticida*, 46, Zlatibor.
- Stojanović S., Jerković Z., Milovanović M., Stojanović J. (1995). Search of incomplete resistance of oat to crown rust. *Petria* 5: 64-65.
- Šebesta J., Harder E. D. (1983). Occurrence and distribution of virulence in *Puccinia coronata* var. *avenae* in Europe, 1977-1980. *Plant. Dis.* 67: 56-59.
- Šebesta J. (1987). Vliv resistance a tolerance ke ržim a padli travnium na vynos zrna ovsá. *Ochrana Rostlin* 23: 23-34.
- Šebesta J., Zwatz B., Corazza L., Stojanović S. (1995). Oat Diseases in Europe and the European oat disease nursery. *Petria* 5: 35-49.
- Šebesta J., Zwatz B., Harder D. E., Corazza L., Roderick H., Stojanović S. (1996). Incidence and resistance of oats to fungus diseases in Europe in 1988-1994. *Ochr. Rostl.*, 32: 103- 113.
- Šebesta J. (1997). *European Oat Disease Nursery Annual Report 1997*. European System of Cooperative Research Networks in Agriculture, Prague 1997, 25.
- Šebesta J., Zwatz B., Roderick H., Corazza L., Manisterski J., Stojanović S. (2003). Incidence of crown rust and virulence of *Puccinia coronata* Cda. f. sp. *avenae* Eriks. And the effectiveness of *Pc* genes for resistance in Europe, middle east and North Africa. *Archives of Phytopathology and Plant Protection* 36: 199-194.
- Yukhnina E. K., Lyzlov E. V., Magurkov P. F. (1996). Characterization of *Puccinia coronata* var. *avenae* (crown rust) populations in Moscow Region. *Proc. of the V Inter. Oat, Conf. and VIII Inter. Barley Gen. symp.* 2: 794-796, Canada.

sa2012\_0313

# Qualitative inheritance of resistance of oats to *Puccinia coronata avenae*

Mirjana STALETIĆ<sup>1</sup>, Miloje MILOVANOVIĆ<sup>1</sup>, Vera ĐEKIĆ<sup>1</sup>, Đorđe GLAMOČLIJA<sup>2</sup>,  
Vesna STEVANOVIĆ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Agriculture Research Institute Serbia, Small Grains Research Center, Save Kovačevića bb, 34000 Kragujevac, Serbia  
(e-mail: staleticm@kg.ac.rs)

<sup>2</sup>University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 11080 Zemun, Serbia

## Abstract

The qualitative inheritance of resistance to *Puccinia coronata avenae* in spring oats was governed by a single or two major genes. The most frequent segregation ratios in the F<sub>2</sub> generation of hybrids were determined to be 3:1 and 9:7, which indicated that the resistance was conditioned by a single dominant major gene or two interacting major genes (duplicate negative recessive epistasis). The segregation ratios in certain crosses were found not to be consistent across all prevalent pathotypes, which confirmed that they differed genetically. In hybrids of some combinations, with respect to prevalent pathogen pathotypes, the 2:1 segregation ratios were obtained, indicating the assumption of heterozygosity or inhomogeneity of some parents regarding the major genes for resistance to them.

Key words: major genes, oats, qualitative inheritance

## Introduction

Study on the inheritance of oat resistance to *P. coronata avenae* refers primarily to the determination of the mode of inheritance of resistance as well as of the number of genes governing it. As regards the inheritance of oats resistance to pathogens in general and hence to the leaf rust agent, it primarily refers to meiotic inheritance, i.e. to nuclear resistance genes. The inheritance of oat resistance to *P. coronata avenae* can be dominant (complete or incomplete), recessive or intermediate. Resistance can be governed by a single gene (monogenic), several genes (oligogenic) or a series of genes (polygenic). In the majority of cases resistance can be inherited dominantly (completely or incompletely). Conventional breeding methods and analysis of the F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, B<sub>1</sub> and B<sub>2</sub> generations of hybrids resulted in different ratios of resistant (R) to susceptible (S) plants, based on which conclusions are made about the inheritance of resistance and the number of genes conditioning it. Concerning the degree of effectiveness, resistance genes can be classified as those with great effects (major genes or oligogenes) and those with small effects (minor genes or polygenes). The major genes have a race-specific nature, while the minor ones usually have additive effects and ensure horizontal resistance. However, Nelson (1978) considers this classification as inadequate, because vertical and horizontal resistance genes are identical differing only in the expression mode and effectiveness in different genotypes. Qualitative or alternative traits include all the traits whose development is governed by the highly effective genes or the so-called major genes. As such traits, in a number of cases, resistance to pathogenic organisms were considered. Many researchers across the world have studied the qualitative inheritance of resistance to *P. coronata avenae* in oats (Fleischmann Et Al., 1971; Šebesta, 1983; Marshall and Shaner, 1992; Gong-Xin et al., 2001). The aim of these investigations was to broaden knowledge in the field of qualitative inheritance of resistance to *P. coronata avenae* in oats with a specific pathogen population structure present in Serbia.

## Material and method

From 1999 to 2003 an investigation was conducted on the *P. coronata avenae* pathogen population in Serbia, on 67 samples following the method (Stakman et al., 1962). Determination of the pathogen virulence spectrum was performed on a set of isogenic oat lines with known major resistance genes (*Pc* 38, *Pc* 39, *Pc* 48, *Pc* 50, *Pc* 50-2, *Pc* 54-1, *Pc* 54-2, *Pc* 55, *Pc* 56, *Pc* 58, *Pc* 59, *Pc* 60, *Pc* 61, *Pc* 62, *Pc* 63, *Pc* 64, *Pc* 67 and *Pc* 68) after Green (1965) and Šebesta and Harder (1983) method. Prevalent (the most widely distributed) pathogen pathotypes having different virulence formulas were used in further research. The pathotype having the (V/A) formula 50, 50-2, 54-2, 61, 62, 64, 67/38, 39, 48, 54-1, 55, 56, 58, 59, 60, 63 and 68 was designated as a prevalent pathotype I, the one with the formula (V/A) 38, 39, 48, 50, 50-2, 54-2, 56, 60, 63, 64, 67/54-1, 55, 58, 59, 61, 62 and 68 was designated as a prevalent pathotype II and that with the formula (V/A) 38, 39, 48, 50, 50-2, 54-2, 56, 60, 63, 64, 67/54-1, 55, 58, 59, 61, 62 and 68 as a prevalent pathotype III. Their multiplication was carried out on the susceptible cultivar Pan for the obtainment of sufficient inoculum amounts for the artificial infection of plants under laboratory conditions by the method of Stakman et al. (1962). The inheritance of resistance of spring oat to *P. coronata avenae* was examined by crossing resistant and susceptible genotypes, investigating the resistance of parents and their F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> hybrids and determining the number of genes governing it. For the purpose of parent selection for crossings laboratory, examinations were performed in 1999/2000 on 47 lines and cultivars at the seedling stage from the European Oat Disease Nursery (EODN), which had expressed good resistance in field conditions for a number of years. Based on the results obtained, parent pairs were selected for crossings. The resistant genotypes *Pc* 39, *Pc* 58, *Pc* 59, *Pc* 68, *Avenae fatua* CS1, *Avenae sterilis* CAV 2648, *A. sterilis* 2648 × KR 396 × PAN 2010/2-8-2-57, *A. sterilis* WYR 343-1 and *A. sterilis* WYR 343-2 were selected as resistance donors and the susceptible cultivar Zlatak as a recipient (Tab. 1). The origin and the genetic constitution of the resistance of some donors is known and of others unknown. The origin of this trait in all resistance sources is more or less complex. However, of high importance is the original resistance derived from other species, as was the case with many donors. As seen from the very names of resistant parents, their pedigree includes resistance genes primarily from wild species of *A. sterilis* and *A. fatua*, but also from their other parents. The resistance of the *Pc* 58 isogenic line originates from *A. sterilis* and P. I. 295919 (C. I. 8387) and TAM-0-301 cultivars, and that of the *Pc* 59 line from *A. sterilis* and P. I. 296244 (C. I. 8393) and TAM-0-312 (Simons et al., 1978). The *Pc* 68 line resistance derives from a wild relative *A. sterilis* and CAV 4274 and Fraser cultivars (Harder et al., 1980). The qualitative interpretation of the obtained resistant to sensitive (R:S) segregation ratios in the F<sub>2</sub> generation plants in single crossings was made using the 2 test Mead et al. (1996),  $\chi^2$  test was used Hadživuković (1973), for a comparison with corresponding theoretical ratio.

## Results and discussion

The data obtained on segregation ratios in the F<sub>2</sub> generation, by determining infection types in spring oat hybrid seedlings, indicate the presence of a single or two major genes in the qualitative oat resistance of inheritance, depending on the mating combination and *P. coronata avenae* pathotype. Table 1. presents crossing parent pairs and their reaction to prevalent pathotypes (I, II and III) and *P. coronata avenae* pathogen population at the seedling stage and in the phase of adult plants in the field. Immune (infection type 0), moderately resistant (infection type 2) and susceptible (infection type 4) parents were selected for crossing. Some of them have known *Pc* genes for the resistance to this pathogen and were obtained owing to the kindness of Prof. dr Josef Šebesta from the Czech Republic in 1999. The isogenic lines with the genes *Pc* 39, *Pc* 58, *Pc* 59, *Pc* 68 and genotypes *A. fatua* CS1, *A. sterilis* CAV 2648, *A. sterilis* 2648 × KR 396 × Pan 2010/2-8-2-57, *A. sterilis* WYR 343-1 and *A. sterilis* WYR 343-2 were selected as resistance donors. Most resistance donors responded by the infection type 0 and expressed immunity. It was only the *A. sterilis* 2648 × KR 396 × Pan 2010/2-8-2-57 genotype that reacted with the infection type 2 but it also expressed high resistance. The donor reaction indicated that each of them had minimum one resistance major gene complementary to avirulence genes in the prevalent pathotypes I, II and III. All these genotypes were used as maternal parents.

The Zlatak genotype used as a paternal parent was chosen as a recipient and it was susceptible both at the seedling stage and in the phase of adult plants in the field because it

reacted with the infection type 4. The selection of this genotype as a resistance receiver was made in order to gain the broadest possible genetic hybrid variability for easier definition of the modes of inheritance and

genes effects and select the best genotypes by breeding. The control cultivar Pan which was not used in the crossing was highly susceptible and it reacted with the infection type 4.

The investigation of the type of infection of F<sub>2</sub> hybrid seedlings of spring oats in terms of I pathotypes resulted in segregation ratio (Table 2) data indicating the presence of a single or two major genes in the qualitative inheritance of oat resistance, depending on the parental combination and the *P. coronata avenae* pathotypes.

**Table 1. Reaction and infection types in parental genotypes of spring oats against prevalent pathotypes I, II and III and *Puccinia coronata avenae* pathogen population at the seedling stage and in the phase of adult plants in the field (Kragujevac, 2001).**

Ser. number	Genotype	Seedlings						Adult plants	
		Prevalent pathotypes						Pathogen population	
		I	II	III	Reaction/Infection type				
Resistant parent									
1.	<i>Pc</i> 39	R	0	R	0	R	0	R	0
2.	<i>Pc</i> 58	R	0	R	0	R	0	R	0
3.	<i>Pc</i> 59	R	0	R	0	R	0	R	0
4.	<i>Pc</i> 62	R	2	R	1	R	2	R	2
5.	<i>Pc</i> 64	R	2	R	2	R	2	R	2
6.	<i>Pc</i> 68	R	0	R	0	R	0	R	0
7.	<i>Avena fatua</i> CS <sub>1</sub>	R	0	R	0	R	0	R	0
8.	<i>Avena sterilis</i> CAV 2648	R	0	R	0	R	0	R	0
9.	<i>Avena sterilis</i> WYR 343-1	R	0	R	0	R	0	R	0
10.	<i>Avena sterilis</i> 2648 × KR 396 × Pan 2010/2-8-2-57	R	2	R	2	R	2	R	2
11.	<i>Avena sterilis</i> WYR 343-2	R	0	R	0	R	0	R	0
Susceptible parent									
12.	Zlatak	S	4	S	4	S	4	S	4
Control cultivar									
13.	Pan	S	4	S	4		4	S	4

R-resistant infection type (0,2), S-susceptible infection type (4)

**Table 2. Segregateions in the F<sub>2</sub> generation of single crossing in spring oat against the prevalent *Puccinia coronata avenae* pathotypes (I)**

Combinations (single crossings)	Pathotypes I					
	n	R	S	*	$\chi^2$	P
<i>Pc</i> 39 × Zlatak	197	150	47	3:1	0.137	0.72
<i>Pc</i> 58 × Zlatak	106	70	36	2:1	0.019	0.90
<i>Pc</i> 59 × Zlatak	137	97	40	3:1	1.287	0.26
<i>Pc</i> 68 × Zlatak	167	117	50	3:1	2.174	0.17
<i>Avena fatua</i> CS <sub>1</sub> × Zlatak	157	112	45	3:1	1.123	0.31
<i>Avena sterilis</i> CAV 2648 × Zlatak	156	104	52	2:1	0.000	0.99
<i>A. s.</i> 2648 × KR 396 × Pan 2010/2-8-5-57 × Zlatak	111	46	65	7:9	0.240	0.68
<i>Avena sterilis</i> WYR 343-1 × Zlatak	143	77	66	9:7	0.336	0.55
<i>Avena sterilis</i> WYR 343-2 × Zlatak	184	131	53	3:1	1.420	0.24

\*Theoretical ratio

In single-cross combinations against all pathotypes in the *Pc* 39 × Zlatak, *Pc* 59 × Zlatak and *A. fatua* × Zlatak hybrids, the segregation ratio established was 3:1, indicating that the resistance of the *Pc* 39 and *Pc* 59 genotypes was conditioned by a single known (*Pc* 39 and *Pc* 59) dominant major gene, which was also the case with the *A. fatua* CS<sub>1</sub> genotype, but the gene governing its resistance was still unknown. The resistance of the *A. sterilis* WYR 343-1 genotype was controlled by two major interacting genes (duplicate negative recessive epistasis [(a=b)>B, A]), because the segregation ratio in the F<sub>2</sub> generation against all prevalent pathotypes was 9:7. The segregation ratio obtained against all pathotypes in the *A. sterilis* 2648 × KR 396 × Pan 2010/2-8-5-57 × Zlatak hybrid was 7:9, indicating that the resistance of the *A. sterilis* 2648 × KR 396 × Pan 2010/2-8-5-57 genotype was conditioned by two major interacting genes (duplicate positive recessive epistasis). The 3:1 ratio against the pathotype I showed the difference in one dominant major gene. The



resistance of the *A. sterilis* WYR 343-2 × Zlatak hybrid to the pathotypes I was found to be controlled by a single dominant major gene due to the F<sub>2</sub> 3:1 ratio obtained. However, the ratio obtained against the prevalent pathotype I was 2:1, again indicating parental inhomogeneity. The type of reaction and the segregation ratio for the F<sub>2</sub> *A. sterilis* CAV 2648 × Zlatak hybrid showed that the resistance of the *A. sterilis* CAV 2648 genotype was governed by a single dominant major gene. The ratio against the pathotype I was 2:1. The most frequently obtained segregation ratio in hybrid single-cross combinations was 3:1, indicating that the resistance to the prevalent pathotypes I was governed by a single dominant major gene. The role of two dominant major genes (duplicate negative recessive epistasis) in the inheritance of resistance to all prevalent pathotypes was indicated by the 9:7 segregation ratio obtained in the F<sub>2</sub> generation in several combinations. In hybrids of one combination the segregation ratio obtained was 7:9 indicating that the resistance was governed by two major interacting genes (duplicate positive recessive epistasis). In investigations on the F<sub>2</sub> segregation ratios in oats, against the races (216, 265, 240, 239, 231 and 234) of *P. coronata avenae*, Šebesta (1983) also obtained resistant and susceptible hybrids whose segregation ratio corresponded to theoretical ratios of 3:1 and 9:7, respectively, indicating that the resistance was conditioned by a single dominant or two recessive major genes and by the 0.70 to 0.95 probability that this would be the case in the F<sub>2</sub> generation as well, which was in accordance with the results obtained. The inheritance of wheat resistance to leaf rust and powdery mildew agents was investigated by Rao et al. (1964). The F<sub>2</sub> segregation ratios obtained were 3:1, 9:7 and 7:9, which was also in accordance with the F<sub>2</sub> segregation ratios obtained in this research. Segregation ratios in certain crosses were observed not to coincide across all prevalent pathotypes, confirming that they differed genetically. In the hybrids of some combinations, in terms of the prevalent pathogen pathotypes, the segregation ratios obtained were 2:1, indicating the assumption of heterozygosity or inhomogeneity of some parents concerning major genes for resistance to them (Pc 58 × Pc 68). In these investigations, it did not significantly affect the accuracy of conclusions, but pointed to the need to use completely stable and homogeneous (pure) lines (dihaploids) in future investigations on resistance for the obtainment of most reliable results. With the probability of P = 0.05, the difference obtained is statistically significant and is considered not to be due to random chance but to specific reasons, and if P > 0.05 than the differences between experimental and theoretical values are not significant and the difference obtained occurs due to random samples (Kraljevic-Balalic et al., 1991). The probabilities (P) for the 0.2 values determined were satisfactory for the obtained and corresponding theoretical segregation ratios, because of P > 0.05 in all cross combinations. The highest probability (over 90%) that the segregation ratio obtained would reoccur in the F<sub>2</sub> generation against the prevalent pathotype I of *P. coronata avenae* was established in the *A. sterilis* CAV 2648 × Zlatak and Pc 58 × Zlatak combinations.

### Conclusion

The qualitative inheritance of resistance to *Puccinia coronata avenae* in spring oats was governed by a single or two major genes. The most frequent segregation ratios in the F<sub>2</sub> generation of hybrids were determined to be 3:1 and 9:7, which indicated that the resistance was conditioned by a single dominant major gene or two interacting major genes (duplicate negative recessive epistasis). The segregation ratios in certain crosses were found not to be consistent across all prevalent pathotypes, which confirmed that they differed genetically.

### References

- Fleischmann, G., Mc Kenzie, I. H. R., Shipton, W. A. (1971): Inheritance of crown rust resistance in *A. sterilis* L. from Israel. *Crop sci.* 11: 451-453.
- Gong-Xin Y., Braun E., Wise P. R. (2001): Rds and Rih Mediate Hypersensitive Cell Death Independent of Gene-for-Gene Resistance to the Oat Crown Rust Pathogen *Puccinia coronata* f. sp. *avenae*. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, USA 14 (12): 1376-1383.
- Green, G. J. (1965): Stem rust of wheat, barley and rye in Canada in 1965. *Can. Plant Dis. Surv.* 45: 23-29.
- Hadživuković, S. (1973): Statistički metodi s primenom u poljoprivrednim i biološkim istraživanjima. *Rad. Univ. "Radivoj Cipranov"*, Novi Sad.
- Harder, D. E., Mc Kenzie, R. I. H., Martens, J. W. (1980): Inheritance of crown rust resistance in three accessions of *Avena sterilis*. *Can. J. Genet. Cytol.* 22: 27-33.
- Kraljevic-Balalic, M., Petrovic, S., Vapa, Lj. (1991): *Genetika. Teorijske osnove sa zadacima. Poljoprivredni i Prirodno matematički fakultet, Novi Sad.*

- Marshall, H. G., Shaner, G. E. (1992): Genetics and inheritances in oat. 509-571. In: Oat Science and Technology, Agronomy Monograph, Number 33. H. G. Marshall And M. E. Sorrells, eds. American Society of Agronomy and Crop Science of Agronomy, Madison, WI, U. S. A.
- Mead, R., Curnow, R. N., Hasted, A. M. (1996): Statistical methods in agricultural and experimental biology. Third edition. Chapman and Hall, London: 305-313.
- Nelson, R. R. (1978): Genetics of horizontal resistance to plant diseases. An. Rev. Phytopath., 16: 359-378.
- Rao, M. V., Ahire, S. G., Somayajulu, P. L. V., Basant K. (1964): Diverse Sources for Field Resistance to Indian Races of Brown Rust of Wheat. Ind. Jour. Of Gen. and Pl. Br. 24. 1.
- Simons, M. D., Martens, W. J., Mckenzie, H. I. R., Nishiyama, I., Sadanaga, K., Šebesta, J., Thomas, H. (1978): Oats: A standardized system of nomenclature for genes and chromosomes and catalog of genes governing characters. Agricultur handbook, United States Department of Agriculture, Waschington: 509 pp.
- Stakman, E. C., Stewart, D. M., Loegering, W. Q. (1962): Identification of Physiological races of *Puccinia graminis* var. *tritici* U. S. Agric. Res. Serv., ARS E 617: 1-53.
- Šebesta, J. (1983): Race-specific expression of oat crown rust resistance conditioned by major and minor genes. Euphytica, 32: 857-861.
- Šebesta, J., Harder, E. D. (1983): Ocurrence and distribution of virulence in *Puccinia coronata* var. *avenae* in Europe, 1977-1980. Plant. Dis. 67: 56-59.

### Acknowledgements

The authors are grateful to the Ministry of Education and Science of the Republic of Serbia, for sponsoring part of the study in project TR-31054.

sa2012\_0314

# Analyses of variance and correlation among yield and yield components of maize hybrids and their parental inbred lines

Milan STEVANOVIĆ, Snežana MLADENOVIĆ DRINIĆ, Goran STANKOVIĆ,  
Vesna KANDIĆ, Zoran ČAMDŽIJA, Nikola GRČIĆ, Miloš CREVAR

Maize Research Institute, Slobodana Bajica 1, 11185 Zemun Polje, Serbia  
(e-mail: mstevanovic@mrizp.rs)

## Abstract

The main objective of this study was to analyze variability and correlation of yield and yield components of 10 ZP maize hybrids and their parental inbred lines. In this study a set of 10 ZP hybrids of FAO maturity groups from 400 to 700 and their parental inbred lines was used. Yields and yield components of analysed ZP hybrids and their inbreds significantly varied at the probability level  $p \leq 0.05$ . For inbreds high positive and significant correlations between yield and number of kernels per row, kernel depth and 1000 kernels weight were obtained, but such correlations were not observed in hybrids.

Key words: maize, yield, hybrids, inbreds, correlation

## Introduction

Maize (*Zea mays* L.) is the most widely grown cereal in the world. It is also the leading world cereal in terms of productivity Malik et al. (2005). Maize is the most important cereal in Serbia and it is grown on area of about 1.2 million ha. The main goal in maize grain breeding is to increase grain yield per unit area. Grain yield in maize is a complex trait and it is the result of the interdependence of the various yield components (Grafius, 1960). Therefore, it is very important to determine relationship between yield and yield components (such as plant height, top ear height, number of leaves above the ear, ear length, ear diameter, 1000-kernel weight, kernel row number, number of kernels per row, etc.) for the genetic material under study.

Genetic correlation analysis is a handy technique that elaborates the degree of association among important quantitative traits. Previous analyses showed that grain yield was positively genetically correlated with plant and ear heights (Martin & Russell, 1984; Burak & Magoja, 1991; Singh & Dash, 2000; Umakanth et al., 2000). Ear height, ear length and ear diameter had also positive genetic correlations with grain yield (Burak & Magoja, 1991; Malvar et al., 1994; Khatun et al., 1999; Singha & Prophan, 2000), but negative with kernel weight (Martin & Russell, 1984). Row kernel number and kernel row number had also positive genetic correlations with grain yield (Shalygina, 1990; Altenbas & Algan, 1993; Gyanendra & Singh, 1993; Khakim et al., 1998; Khatun et al., 1999). The main objective of this study was to analyze the variability and correlations among yield and yield components of 10 ZP maize hybrids and their parental inbred lines.

## Material and methods

In this study a set of 10 ZP hybrids of FAO maturity groups from 400 to 700 and their parental inbred lines was used. Hybrids H 1 (L1×L7); H 2 ((L8×L10)×L2) and H 3 (L1×L8) belonged to FAO maturity group 400, H 4 (L3×L7); H 5 (L9×L8) and H 10 (L6×L4) belonged to FAO maturity group 500, H 6 (L9×L10); H 7 (L3×L10) and H 8 (L3×L8) belonged to FAO maturity group 600, and, H 9 (L10×L5) belonged to FAO maturity group 700. All used hybrids were yellow-seeded dent hybrids. Parental inbred lines were from the following maturity groups: L 2 (FAO 300), L 7 (FAO 350), L 1 and L 8 (FAO 400), L 4 (FAO 500), L 6 (FAO 550), L 3 and L 10 (FAO 600), L 5 and L 9 (FAO 700).

An experiment set up as randomized block design with two replications was conducted at two experimental fields of Maize Research Institute „Zemun Polje“, during 2011. Four rows were planted for each hybrid, with 20 plants per row, resulting in a plant density of 67,000 plants per ha. The distance between rows amounted to 0.75 m, and the elementary plot size was 12 m<sup>2</sup> (4 x 3 m). Two middle rows within the plot were used for data collection. The inbreds were planted in one row to the density of 67,000 plants per ha. The distance between rows was also 0.75 m, and the plot size was 3 m<sup>2</sup>. The identical cropping practices were applied for all genotypes at both locations. Yield of each plot was used for calculation of grain yield per hectare (t ha<sup>-1</sup>) with 14% moisture. From the total number of ears, ten ears per each plot were selected for the analysis of the ear length, kernel row number, number of kernels per row and the ear diameter.

The program MSTAT-C (MSTAT Development Team, 1989) was used for the data processing. Two-factorial analysis ANOVA, FACTOR option of the program MSTAT-C was applied to data on yield and yield components. Genotype trait means were tested to the least significant difference test (LSD test,  $\alpha=0.05$ ), which is within the RANGE option of the program MSTAT-C. Correlations for mean values of chemical components maize grain were determined in program package STATISTICA 10 by using option Spearman Rank Order Correlations.

### Results and discussion

The results of yield and yield components are presented in Table 1. Yields of ZP hybrids significantly varied at the probability level of  $p \leq 0.05$ , and ranged from 10.81 t ha<sup>-1</sup> to 12.12 t ha<sup>-1</sup>. The differences in yields of different hybrids are possible in hybrids of various genetic backgrounds (Ali et al., 2007). In our research, the highest yielding hybrid was H6, while the hybrid H10 had the lowest yield. Among the inbreds, the highest yield of 5.68 t ha<sup>-1</sup> was determined for the inbred L 9 and the lowest yield for the inbred L 2 (3.37 t ha<sup>-1</sup>).

Yield components also varied at the probability level of  $p \leq 0.05$ . Ear length ranged from 17.8 cm, determined for the hybrid H2, to 21.25 cm, determined for the hybrid H6. For inbreds, ear length ranged from 9.57 cm, determined for the inbred L2, to 16.92 cm, determined for the inbred L7. The kernel row number for hybrids ranged from 14.18 (H13) to 17.0 cm (H4). The values of this parameter for inbreds ranged from 11.17 cm (L20) to 14.0 cm (L19). The number of kernels per row for hybrids ranged from 35.5 (H2) to 44.5 (H10). The number of kernels per row for inbreds ranged from 15.1, determined for L2, to 30.98, determined for L7. The kernel depth varied from 1.05 cm (H1) to 1.16 cm (H7). For inbreds, this component ranged from 0.72 cm (L18) to 0.93 cm (L13). 1000-kernel weight ranged from 361.7 g (H1) to 439.3 g (H7). For inbreds, this trait varied from 252.9 g (L17) to 347.1 g (L13).

The correlation coefficients among yield and yield components for analysed hybrids varied from -0.480 to 0.654 (Table 2). In our research, no statistically significant correlation was found among yield and yield components, which is in the contrary to the results of Malik et al. (2005). Positive and significant correlation was observed between ear length and number of kernels per row, while between ear length and kernel row number and between kernel row number and 1000 kernels weight negative significant correlation was determined.

For inbreds correlation coefficients among yield and yield components ranged between -0.327 and 0.703 (Table 3). The significant positive correlations were observed between yield and number of kernels per row and between kernel depth and 1000 kernels weight. These results are in agreement with the results of Khakim *et*

*al.* (1998), Khatun *et al.* (1999), Martin & Russell (1984) showed that yield was negatively correlated with kernel weight. As for the analyzed hybrids, for the inbreds high positive and significant correlation between ear length and number of kernels per row was found, too. The positive and significant correlations were also determined between kernel depth and kernel row number, and kernel depth and 1000 kernels weight. The significant negative correlations were detected between 1000 kernels weight and ear length as well as between 1000 kernel weight and number of kernels per row.

**Analyses of variance and correlation among yield and yield components of maize hybrids and their parental inbred lines**

**Table 1. ANOVA for yield performance and yield components of evaluated maize (*Zea mays*, L.) hybrids and their parental inbred lines**

Hybrid/ Line	Yield (t/ha)	Ear length (cm)	Kernel row number	Number of kernels per row	Kernel depth (cm)	1000 kernels weight (g)
H 6	12.12 a	21.25 a	13.30 gh	42.6 abc	1.11 ab	432.4 a
H 7	11.82 ab	20.13 ab	13.85 efgh	40.95 bcd	1.16 a	439.3 a
H 9	11.61 abc	19.35 b	14.30 bcdef	40.7 bcd	1.09 ab	368.5 cd
H 5	11.40 abc	20.48 ab	14.75 bcde	40.2 bcd	1.07 ab	397.9 b
H 1	11.1 bcd	19.74 b	14.90 bc	42.97 ab	1.05 b	361.7 def
H 4	11.05 bcd	19.45 b	17.00 a	39.88 cd	1.14 ab	363.4 cdef
H 8	10.98 bcd	19.38 b	16.55 a	38.9 d	1.12 ab	364.9 cde
H 2	10.91 bcd	17.80 c	14.95 b	35.5 e	1.13 ab	428 a
H 10	10.81 cd	20.00 ab	14.80 bcd	44.5 a	1.15 a	381.4 bcd
H 3	10.32 d	19.55 b	14.45 bcdef	40.45 bcd	1.07 ab	382.6 bc
L 9	5.68 e	14.79 e	14.00 cdefgh	25.57 gh	0.88 cd	320.9 ij
L 3	5.25 ef	14.55 e	14.18 bcdefg	23.07 hi	0.93 c	347.1 efg
L 10	4.56 fg	16.64 cd	11.17 i	26.86 g	0.79 def	326.7 hi
L 1	4.035 gh	14.62 e	13.90 defgh	22.17 i	0.82 de	334.7 ghi
L 4	3.97 gh	15.55 de	11.91 i	25.8 gh	0.76 ef	302.3 jk
L 6	3.89 gh	16.71 cd	13.09 h	26.19 g	0.74 ef	293.1 kl
L 7	3.79 gh	16.92 cd	13.71 fgh	30.98 f	0.79 def	252.9 m
L 8	3.49 h	14.81 e	11.36 i	21.82 i	0.72 f	281.6 l
L 5	3.47 h	12.29 f	13.56 fgh	21.04 i	0.75 ef	284.6 kl
L 2	3.37 h	9.57 g	14.26 bcdef	15.1 j	0.86 cd	344.4 fgh
LSD (0.05)	0.933	1.414	0.942	2.958	0.0905	19.82

**Table 2. Correlation among yield and yields components of 10 ZP maize hybrids**

Hybrids	Ear length	Number of kernels per row	Kernel row number	Kernel depth	1000 kernels weight
Number of kernels per row	0,654*				
Kernel row number	-0,414*	-0,266			
Kernel depth	0,056	0,033	0,119		
1000 kernels weight	0,269	0,0126	-0,480*	0,213	
Yield	-0,109	-0,012	-0,150	0,082	0,147

\*Significance on  $P \leq 0.05$

**Table 3. Correlation among yield and yields components of 10 parental inbred lines**

Parental lines	Ear length	Number of kernels per row	Kernel row number	Kernel depth	1000 kernels weight
Number of kernels per row	0,763*				
Kernel row number	-0,244	-0,007			
Kernel depth	-0,105	0,166	0,611*		
1000 kernels weight	-0,326*	-0,327*	0,225	0,578*	
Yield	0,167	0,409*	0,258	0,703*	0,342*

\*Significance on  $P \leq 0.05$

**Conclusion**

According to the obtained results we could conclude that there are variance between observed hybrids and inbreds. Yield for hybrids ranged from 10.81 t ha<sup>-1</sup> to 12.12 t ha<sup>-1</sup>, and for inbreds from 3.37 t ha<sup>-1</sup> to 5.68 t ha<sup>-1</sup>. The correlation coefficients among yield and yield components for analysed hybrids ranged from -0.480 to 0.654. For both hybrids and inbreds, estimates of correlation coefficients showed strong positive correlation between ear length and number of kernels per row. For inbreds, strong positive correlations observed between yield and number of kernels per row, and between kernel depth and 1000 kernels weight, were not observed for hybrids.

## References

- Ali W., Rehman H., Ahmad K., Munir I., Khan, A. (2007). Genetic variability among maize hybrids for yield and yield components. *Sarhad Journal of Agriculture*. 23 (1): 75-80.
- Altenbas M., Algan N. (1993). Correlation among earliness, yield, yield components and quality traits in hybrid maize. *Anadolu*. 3: 40-62.
- Burak R., Magoja J.L. (1991). Yield and yield components of full-sib and half-sib families derived from a perennial teosinte introgression population. *MNL*, 64: 67-76.
- Grafius J E. (1960). Does overdominance exist in corn? *Agron J*. 52: 361-373.
- Gyanendra S., Singh M. (1993). Correlation and path analysis in maize under mid-hills of Sikkim. *Crop Improv*. 20: 222-225.
- Khakim A., Stoyanova S., Tsankova S. (1998). Establishing the correlation between yield and some morphological, reproductive and biochemical characteristics in maize. *Rasteniè"v" dni Nauki*. 35: 419-422.
- Khatun F., Begum S, Motin A., Yasmin S., Islam M.R., (1999). Correlation coefficient and path analysis of some maize (*Z. mays* L.) hybrids. *Bangladesh J. Bot*. 28: 9-15.
- Malik H.N., Malik S.I., Hussain M., Chughtai S.R., Javed H.I. (2005). Genetic correlation among various quantitative characters in maize (*Zea mays* L.) hybrids. *Journal of Agriculture & Social Sciences*. 1 (3): 262-265.
- Malvar R.A., Revilla, P., Ordas A. (1994). Additive correlation between days to flowering and agronomic traits in low land races of maize. *Annales de la Estacion Experimental de Aula Dei*. 20: 59-64.
- Martin M.J., Russel A.W. (1984). Correlation response of yield and other agronomic traits to recurrent selection for stalk quality in maize synthetics. *Crop Sci*. 24: 746-750.
- MSTAT Development Team (1989). MSTAT-C: A microcomputer program for the design, management and analysis of agronomic research experiments. MSTAT Development Team, Michigan State University, East Lansing.
- StatSoft Inc. (2011). STATISTICA (data analysis software system), version 10. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com)
- Singh J.M., Dash B. (2000). Analysis of genetic variability and character association in maize. *African Crop Sci. J*. 5: 1-8
- Shalygina O.M. (1990) Correlation of yield in maize plants with its yield components and biological characters under irrigation in the lower Volga area. *Genetike-i-Selektsii*. 134: 10-4.
- Singha N., Prodhan S.H. (2000). Character association in green maize. *Env. Eco*. 18: 962-5
- Umakanth, A.V., Satyanarayana E., Kumar, M.V. (2000). Correlation and heritability studies in Ashwini maize composite. *Ann. Agric. Res*. 21: 228-230.

s2012\_0315

# Effect of boron on seed yield and yield components of red clover (*Trifolium pratense* L.) cultivars grown under dense planting conditions

Vladeta STEVOVIĆ<sup>1</sup>, Dalibor TOMIĆ<sup>1</sup>, Dragan ĐUROVIĆ<sup>1</sup>, Nikola BOKAN<sup>1</sup>, Rade STANISAVLJEVIĆ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University in Kragujevac, Faculty of Agronomy, Cara Dušana 34, 32000 Čačak, Srbija (e-mail: dalibor@tfc.kg.ac.rs)

<sup>2</sup>Institute of Forage Crops Kruševac, 37251 Globoder, Kruševac, Srbija

## Abstract

Field experiments with red clover cultivars: 'K-39', 'K-17', 'Una' and 'Viola' were established on soil having a  $pH_{H_2O}$  of 4.8, in order to analyze the impact of foliar boron application on seed yield and yield components. Significant differences between cultivars, regardless of foliar boron application, were determined for: number of inflorescences  $m^{-2}$ , number of flowers per inflorescence, number of seeds per inflorescence, thousand seed weight and seed yield. Foliar fertilization with boron during intensive shoot growth had a positive effect on number of flowers per inflorescence, number of seeds per inflorescence and seed yield.

Key words: red clover, boron, seed yield, yield components

## Introduction

High variability, adaptability and genetic plasticity of red clover (*Trifolium pratense* L.) are the result of the extremely xenogamous character of fertilization. This has contributed to the development, through natural selection, of a large number of local ecotypes that show superiority under particular growing conditions (Helgadottir, 1996). As seed crops of red clover are frequently established on acid soils where the availability of certain nutrients is reduced, particular attention should be given to adequate mineral nutrition (Dear and Lipsett, 1987). The objective of this study was to evaluate the effect of foliar treatment with boron, a micronutrient whose availability in acid soils is reduced, on seed yield and yield components of selected red clover genotypes.

## Materials and methods

The experiment was established in 2009 in Čačak (43°54'39.06" N, 20°19'10.21" E, 246m a.s.l.), on alluvial soil,  $pH_{H_2O}$  4.8, poor in nutrients and low in organic matter. Along with tillage, 300 kg  $ha^{-1}$   $N_{15}P_{15}K_{15}$  was incorporated into the soil. A two factor experiment involving four red clover cultivars and two treatments with boron (B) (control, foliar B) was conducted as a randomized block design with four replications and a plot size of 5m<sup>2</sup> (5x1m). Red clover cvs. 'K-17', 'K-39' (Institute of Forage Crops Kruševac), 'Una' (Institute of Field and Vegetable Crops Novi Sad) and 'Viola' (Poland cultivar) were planted at 20 cm row spacing, at a seed rate of 18 kg seed  $ha^{-1}$ . The crop was foliarly treated with B (Bor-feed, Haifa, Izrael, at a concentration of 0.1% and water rate of 1000 L  $ha^{-1}$ ), only during the second growth of the second year, at two applications, the first being during intensive growth, the second before the onset of flowering. Mechanical weed control was employed on two occasions. The crop was grown without irrigation.

Mean air temperatures during the 2009 growing season (April through September) were 1.33°C above the ten-year average, whereas total rainfall was 351 m<sup>2</sup> below average (Table 1). Mean monthly temperatures and

precipitation during the 2010 growing season were somewhat above the long-term average.

Seed yield and yield components were determined from the second cut in the second year of cultivation. The following yield components were determined in the field: number of stems  $m^{-2}$  and number of inflorescences  $m^{-2}$  (by counting within an area of  $0.2m^2$  per plot), number of inflorescences per stem (by counting in a sample of ten randomly selected stems per plot). Laboratory work included determination of number of flowers per inflorescence and number of seeds per inflorescence (a sample of ten inflorescences per plot), and thousand seed weight (based on the weight of 5x100 seeds extracted from the same sample and pods). The actual seed yield was determined on the basis of yield components (number of inflorescences per unit area, number of seeds per inflorescence, thousand seed weight) and converted to seed yield in  $kg ha^{-1}$ .

Table 1. Precipitation and mean monthly temperatures (T) during the growing seasons 2009 and 2010, along with the long-term average (1992-2002).

Year		Month						$\bar{x}_j \sum$
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	
2009	T (°C)	14.8	20.2	21.4	24.0	24.7	19.2	20.7
2010		13.5	17.9	21.3	23.5	23.7	17.3	19.53
1992-2002		11.7	17.9	21.3	22.6	23.0	16.8	18.88
2009	Precipitation $m^{-2}$	12.5	43.0	98.4	41.0	35.5	30.0	260.4
2010		52.0	98.8	81.0	90.0	78.5	25.0	425.3
1992-2002		51.2	56.4	88.4	82.6	51.6	74.9	405.1

The results were subjected to a two factor (genotype, foliar fertilization) analysis of variance using SPSS software (1995). The significance of differences in mean values was tested by LSD test.

## Results and discussion

Regardless of foliar B application, the test cultivars were not significantly different in number of stems  $m^{-2}$  and number of inflorescence per stem (Table 2). Foliar B application had no significant effect on the values for these traits in the test cultivars.

Table 2. Seed yield components: stem number  $m^{-2}$  – SNM, inflorescence number per stem – INS, inflorescence number  $m^{-2}$  – INM, flower number per inflorescence – FNI, seed number per inflorescence – SNI, thousand seed weight – TSW (g) and seed yield – SY ( $kg ha^{-1}$ ) in red clover cultivars as affected by foliar treatment with boron (control – o, boron – B).

		SNM	INS	INM	FNI	SNI	TSW	SY
Cultivar	K-39	347.5	1.888	657 a	68.2 ab	33.0 b	1.440 a	303 a
	K-17	338.1	1.775	613 ab	69.8 ab	31.1 b	1.544 a	289 a
	Una	345.0	1.550	534 ab	72.4 a	42.9 a	1.397 a	310 a
	Viola	322.5	1.450	467 b	60.3 b	29.8 b	1.144 b	169 b
B	O	330.3	1.644	550	61.1 b	30.5 b	1.350	220 b
	B	346.2	1.688	586	74.2 a	37.9 a	1.412	315 a
ANOVA	Cultivar	ns	ns	*	*	*	**	*
	B	ns	ns	ns	**	*	ns	**
	Cultivar x B	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

The values designated by different small letters within columns for cultivar and boron are significantly different ( $P < 0.05$ ) in accordance with the LSD test; \*\* - F test significant at  $p < 0.01$ ; \* - F test significant at  $p < 0.05$ ; ns - F test non-significant

'K-39' had a significantly higher number of inflorescence  $m^{-2}$  as compared to cv. 'Viola', regardless of foliar boron application. Foliar boron application did not have a significant impact on number of inflorescence  $m^{-2}$  in any cultivar. Schon and Blevins (1990) suggested that foliar boron application in soybean resulted in a



## Effect of boron on seed yield and yield components of red clover (*Trifolium pratense* L.) cultivars grown under dense planting conditions

significant increase in number of branches per plant and number of pods per branch. However, Wilczek and Ćwintal (2008) reported that foliar B application in red clover during budding did not significantly affect number of inflorescences per stem. The reason for the disagreement in the results was most likely due to the time of B application.

Cultivar 'Una' had a significantly higher number of flowers per inflorescence as compared to cv. 'Viola', as well as a significantly higher number of seeds per inflorescence when compared to the other cultivars regardless of foliar B application. Foliar fertilization with boron induced a significant increase in number of flowers per inflorescence and number of seeds per inflorescence in all cultivars, resulting in increased seed yield. Lewis (1980) reports a positive effect of boron on the metabolism of many hormones regulating normal development of generative organs. Dell and Huang (1997) suggest that boron deficiency prevents or retards flower formation in plants developing flowers in compact terminal inflorescences. Wilczek and Ćwintal (2008) determined that foliar B application in red clover induced a significant increase in grain number per inflorescence i.e. flower fertility, due to higher pollen vitality and germination intensity, and higher presence of insect pollinators. Lewis (1980), Dordas (2006), and Dell and Huang (1997) also report positive B effects on pollination, fertilization and growth of both seed and fruit.

Cultivar 'Viola' had a somewhat lower thousand seed weight as compared to the other test cultivars, while foliar B application did not have a significant impact on this trait in the test cultivars.

Cultivars 'K-39', 'K-17' and 'Una' gave a significantly higher seed yield as compared to cv. 'Viola', regardless of foliar B application.. The use of B induced a significant increase in seed yield in all cultivars.

Dos Santos et al. (2004) suggest that, among other things, boron deficiency in alfalfa, reduces root size and encourages the extinction of the meristemic tissue, indirectly resulting in reduced seed yields. According to Yang and Zhang (1998), Matsumoto (2000), Haby et al. (1998), the positive effect of foliar boron application can be correlated with the physiological antagonism between aluminum toxicity and boron deficiency. The positive effect of foliar B application on seed yield of red clover was reported by Lewis (1980), Wilczek and Ćwintal (2008), as well as by Dordas (2006) in alfalfa and Schon et Blevins (1990) in soybean.

### Conclusion

Regardless of foliar boron application, the test cultivars showed differences in number of inflorescences m<sup>-2</sup>, number of flowers per inflorescence, number of seeds per inflorescence, thousand seed weight and seed yield. Foliar boron application induced a significant increase in the number of flowers per inflorescence and number of seeds per inflorescence, therefore resulting in a significant increase in actual seed yield. Foliarly applied boron has a positive effect on the development of generative organs, flower formation, pollination and fertilization in many legume plants as well as red clover.

### References

- Dear S.B., Lipsett J. (1987). The effect of boron supply on the growth and seed production of subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.). Australian Journal of Agricultural Research, 38: 537-546.
- Dell B., Huang L. (1997). Physiological response of plants to low boron. Plant and soil, 193: 103-120.
- Dordas C. (2006). Foliar Boron Application Improves Seed Set, Seed Yield and Seed Quality of Alfalfa. Agronomy Journal, 98: 907-913.
- Dos Santos R.A., De Mattos T., Da Silva Almeida A., Monteiro A.F., Correa D.B., Gupta C.U. (2004). Boron nutrition and yield of alfalfa cultivar crioula in relation to boron supply. Scientia Agricola, 61: 496-500.
- Haby V.A., Davis J.V., Leonard A.T. (1998). Alfalfa response to boron at variable soil pH on Coastal plain soils. Better Crops Plant Food, 1: 22-23.
- Helgadottir A. (1996). Legumes in Incelancic agriculture. Grassland and land use systems. Grassland science in Europe, 1: 741-745.
- Lewis H.D. (1980). Are there inter-relations between the metabolic role of boron, synthesis of phenolic phytoalexins and the germination of pollen. New Phytology, 84:261-270.
- Matsumoto H. (2000). Cell biology of aluminum toxicity and tolerance in higher plants. International Review of Cytology, 200: 1-46.

- Schon K.M., Blevins G.D. (1990). Foliar Boron Applications Increase The Final Number of Branches and Pods on Branches of Field-Grown Soybeans. *Plant Physiology*, 92: 602-607.
- SPSS. Inc. (1995). *STATISTICA for Windows (Computer program manual)*. Tulsa. OK.
- Wilczek M., Ćwintal M. (2008). Effect of the methods of additional feeding with microelements (B,Mo) on the yield structure and seed yield of red clover. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*. <http://www.ejpau.media.pl/volume11/issue4/abs-05.html>.
- Yang Y.H., Zhang, H.Y. (1998). Boron amelioration of aluminium toxicity in mungbean seedlings. *Journal of Plant Nutrition*, 21: 1045-1054.

### **Acknowledgment**

This work is part of the research project TR-31016, funded by the Ministry of Science and Technological Development of the Republic of Serbia.

sa2012\_o316

# Fatty acids composition of oil from OS corn hybrids

Rezica SUDAR, Ivan BRKIĆ, Zorica JURKOVIĆ, Tatjana LEDENČAN, Vlatka JURKOVIĆ, Domagoj ŠIMIĆ

Agricultural Institute Osijek, Južno predgrađe 17, Osijek, Croatia  
(e-mail: rezica.sudar@poljinos.hr)

## Abstract

The fatty acid composition is a characteristic of plant species and has nutritional, biochemical and technological importance. Grains of fifteen commercial OS corn hybrids were analyzed for oil content and fatty acids composition. The oil for fatty acid analysis was extracted with diethylether contained butylhydroxytoluene. The fatty acid compositions of oils were determined by gas chromatography with flame ionization detection. Fatty acids were separated according to carbon atoms and number of double bonds and were identified by comparing their retention time to standards. Fatty acids were quantified based on peak area by method of area normalization.

The oil content in investigated corn hybrids varied between 4,04 and 5,78% on dry matter basis. The amount of determined saturated fatty acids, palmitic (16:0) and stearic (18:0) were 8,76–11,78 and 2,00–2,57%, respectively. Oleic acids were in the range 26,68–37,96%. Polyunsaturated fatty acids were between 45,79 and 57,88% for linoleic, and 0,96 and 1,37% for linolenic acid. There were significant differences between saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acid of oil from corn hybrids. In selection, choosing hybrids with good quality traits can improve the nutritional and functional quality of the corn oil.

Key words: corn, oil content, corn oil, gas chromatography, fatty acids

## Sastav masnih kiselina ulja OS hibrida kukuruza

### Sažetak

Sastav masnih kiselina je karakteristika biljne vrste i ima prehrambenu, biokemijsku i tehnološku važnost. Udio ulja i sastav masnih kiselina je određen u 15 komercijalnih OS hibrida kukuruza. Ulja za analizu masnih kiselina su ekstrahirana dietileterom uz dodatak butilhidroksitoluola. Sastav masnih kiselina u ulju je određen plinskom kromatografijom sa plameno ionizacijskim detektorom. Masne kiseline su razdvojene prema broju ugljikovih atoma i broju dvostrukih veza i identificirane usporedbom njihovih retencijskih vremena sa standardima. Masne kiseline su kvantificirane na osnovi površine pika metodom normalizacije površina.

Udio ulja u istraživanim hibridima kukuruza je varirao između 4,04 i 5,78%. Količine zasićenih masnih kiselina, palmitinske i stearinske su bile između 8,76–11,78 odnosno 1,99–2,57%. Oleinske kiseline je bilo u rasponu od 26,68–37,96%. Polinezasićenih masnih kiselina je bilo 45,79–57,88% linolne i 0,96–1,37% linolenske kiseline. Pronađene su značajne razlike između zasićenih, mononezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina u uljima hibrida kukuruza. Odabir hibrida sa dobrim značajkama kvalitete prilikom selekcije, može poboljšati prehrambenu i funkcionalnu kvalitetu ulja kukuruza.

Ključne riječi: kukuruz, sastav ulja, kukuruzno ulje, plinska kromatografija, masne kiseline

## Introduction

Most plant seeds contain some oil but the commercial importance of a seed as an oilseed is based on the quantity and composition of the fatty acid oil present. Vegetable oils are intended for food and non-food application, and breeding is aimed to improved oil quality. From the point of view of seed oil quality improvement, the three main parameters that are usually considered are the fatty acids composition, the triacylglycerol composition and the quantity and composition of antioxidants present in oil (Velasco and Fernandez-Martinez, 2002).

Commercial corn hybrids contain 4-5% oil in the grain, and theirs quality and quantity have been much investigated. Palmitic, stearic, oleic and linoleic acids are dominant acids in crude corn oil that can form different triacylglycerols (TAG) (Harrabi et al., 2010). The glyceride structure of plant oils is quite specific; saturated fatty acid are concentrated almost entirely in the primary positions (*sn*-1 and *sn*-3), while the *sn*-2 position of TAG of seed oils is greatly enriched in polyunsaturated fatty acid, and monoenoic acids are relatively evenly distributed. Distribution of fatty acids in triacylglycerols is interesting for the development of cultivars with improved oil characteristics. The fatty acids composition can be used to evaluate the stability and nutritional quality of fat and oil, while the type and the amounts of the various TAG species determine physical and functional properties of these oils and also the oxidative stability in the part dependent on TAG composition and structure (Buchgraber et al., 2004). In recent years, the analysis of fatty acids has gained on importance because of their nutritional and health implications.

The objective of this study was to investigate the oil content in grain and fatty acid composition of oil from commercial OS corn hybrids.

## Material and methods

The experimental material comprised fifteen commercial corn hybrids which were created at the Agricultural institute Osijek. Grain of corn hybrids were analyzed for oil content and fatty acids composition.

Oil content was determined by standard Soxhlet method. The oil for fatty acid analysis was extracted with diethylether contained buthyhydroxytoluene by Soxhlet apparatus. Before the fatty acid composition of oil can be analyzed by gas chromatography, the oil must be converted to low molecular weight, volatile, nonpolar derivatives (e.g., fatty acid methyl esters). Preparation of methyl esters of fatty acids was carried out according to International Standard ISO 5509:2000 – boron trifluoride method. The fatty acid methyl esters were analyzed by using a Shimadzu GC-2010 Plus gas chromatography system, equipped with autosampler, oven, flame ionization detector and Lab solution software (ver.2.32.00). Separation was performed on column Forte GC 30 m length, 0,25 mm inner diameter and film thickness 0,25 µm. Injected sample volume was 1 µl. Operating conditions were: split ratio of 30:1, the inlet temperature set at 225°C, the detector temperature set at 280°C, and carrier gas was He was at a flow rate 0,8 ml/min. The initial oven temperature was 150°C (held for 7 min), and then increased to 240°C at a rate of 8° C/min, held for 1 min, and finally increased to 250°C at 250°C/min and held at that temperature. Total analysis time was 25 minutes. Fatty acids were separated according to carbon atoms and number of double bonds and were identified by comparing their retention time to standards. Fatty acids were quantified based on peak area by method of area normalization.

Statistical analyses were performed using statistical-graphic system "Statistica" version 7.0 (Stat Soft software Inc., Tulsa, OK, USA).

## Results and discussion

Mean values for grain oil content ranged from 4,04 to 5,78% (Fig.1). Tvrtko had maximum grain oil percentage followed by Os-430 (5,04%) and lowest content was determined in Ossk 490. Tvrtko was significantly different in grain oil content compared with all the hybridides under study.

### Fatty acids composition of oil from OS corn hybrids

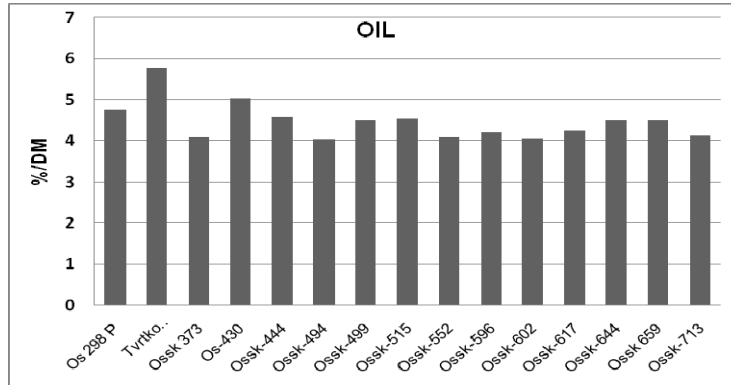


Figure 1. Oil content in OS corn hybrids

Most of corn grain oil is located in the embryo. Grain oil content is thus primarily determined by the oil concentration of the embryo and embryo size. Corn with higher oil content shows a greater feed efficiency in animal feed trials because the caloric content of oil is 2,25 times greater than that of starch on a weight basis (Val et al.,2005).

The main fatty acids obtained by gas chromatographic analysis in investigated oil: saturated palmitic (C16:0) and stearic acids (C18:0), and unsaturated oleic (C18:1) and linoleic acid (C18:2).

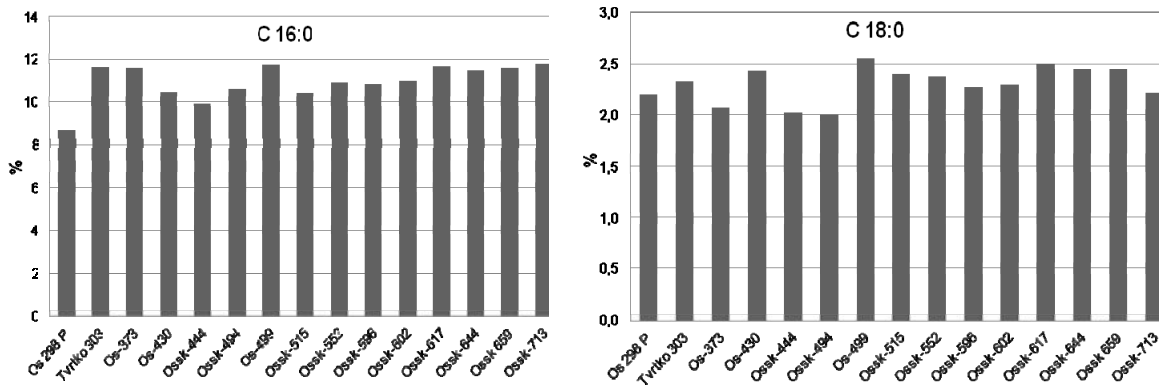


Figure 2. Saturated fatty acid of oil from Os corn hybrids

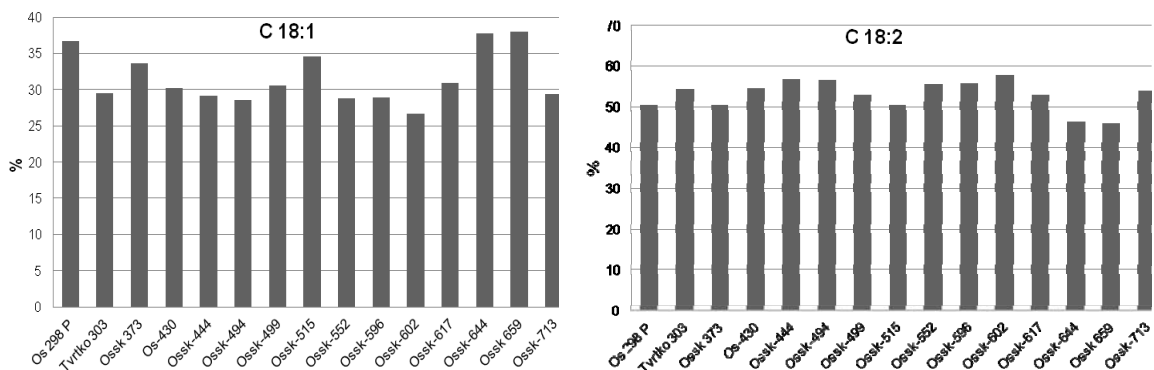


Figure 3. Unsaturated fatty acid of oil from Os corn hybrids

The results indicate that the most dominant saturated fatty acid was palmitic acid. Among hybrids high level of this acid was found in Osk 713 (11,78%) and Os 499 (11,76%), the least in Os 298P (8,76%). Stearic acid amount was highest in Os 499 (2,57%) and lowest in Osk 494 (2,00%) and Osk 444 (2,02%) (Fig.2). Oleic acid, belonging to monounsaturated fatty acids (MUFA), was the second most abundant unsaturated fatty acid in corn oil, with amounts ranging from 26,68% (Osk 602) to 37,96% (Osk 659). Most present fatty acid in corn oil was linoleic acid with highest amount in Osk 602 (57,88%) and lowest in Osk 659 (45,79) (Fig. 3). Oleic acid concentration was strongly negatively correlated (-0,96) with that of linoleic acid, suggesting that selection of genotype may be improved functional and nutritional qualities of this.

All of the hybrids contained linolenic acid, with values ranging from 0,96 to 1,36%. Very small amounts of, myristic (C16:1), arachidic (C20:0), behenic (C22:0), erucic (C22:1) and lignoceric (C24:0) have been determined (<1%). In this study, the results of fatty acid composition in corn oil were in agreement with some published data (Bilgin et al., 2100; Orhun and Korkut., 2011). Saousssem et al. (2009) reported that for all the three corn varieties, linoleic acid (49,7–62,7%) was the predominant fatty acid component, followed by oleic (23,5–34,9%) and palmitic (9,5–11,5%) acids. Goffman and Böhme (2001) reported that the major fatty acids were palmitic, oleic and linoleic, whose contents were in range 9,2 to 12,1%, 19,5 to 30,5% and 53,0 to 65.3% respectively. Other authors found a wide range of fatty acids profiles in corn oil from different breeding materials (Dunlap et al., 1995a; 1995b; Saleem et al., 2008; Jimenez et al., 2009; Pollak and Scott., 2010).

Fatty acid composition is a major determinant of oil quality. The good quality of oils mainly refers to high percentages of unsaturated fatty acids, usually oleic and linoleic. Corn oil is an excellent source of linoleic acid an essential polyunsaturated fatty acid (PUFA). Among traditional commercial vegetable oils, only safflower oil (77,7% linoleic acid) and sunflower oil (72,6% linoleic acid) have higher percentages of PUFA than corn oil. Although it is highly polyunsaturated, corn oil is considered fairly stable to oxidation. A reason for this is position in TAG molecule and minor level of linolenic acid. Polyunsaturated fatty acid occupy *sn*-2 position of TAG, thus providing protection from oxidation (Warner and Knowlton, 1997).

Corn oil, which is high in PUFA and also contains an appreciable amount of MUFA, is well positioned for creating beneficial effect for heart disease risk reduction. These effects may be due to the unique combinations of PUFA and MUFA found in the corn oil, but may also be the result of phytosterols from corn oil (Ostlund et al., 2002).

## Conclusion

The main fatty acids obtained by gas chromatographic analysis of oil in investigated OS corn hybrids: saturated palmitic and stearic acids, monounsaturated oleic and polyunsaturated linoleic acid. Most present fatty acid was linoleic acid. The significant differences between saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acid of oil from corn hybrids were found. In selection, choosing hybrids with good quality traits can improve the nutritional and functional quality of the corn oil.

## Reference

- Bilgin et al. (2010). Interrelationship among some quality characteristics in dent corn (*Zea mays L.*). *Cereal Res Commun* 38:233-242.
- Buchgraber M., Ulberth F., Emons H., Anklam E. (2004). Triacylglycerol profiling by using chromatographic techniques. *Eu J Lipid Sci Technol* 106:621–648.
- Dunlap F.G., White P.J., Pollak L.M. (1995). Fatty acid composition of oil from exotic corn breeding materials. *J Am Oil Chem Soc* 72: 989-993.
- Dunlap F.G., White P.J., Pollak L.M., Brumm T.J. (1995). Fatty acid composition of oil from adapted, elite corn breeding materials. *J Am Oil Chem Soc* 72: 981-987.
- Goffman F.D., Böhme T. (2011). Relationship between fatty acid profile and vitamin E content in maize hybrid (*Zea mays L.*). *J Agric Food Chem* 49:4990-4944.
- Harrabi S., Boukhchina S., Kallel H., Mayer P.M. (2010). Glycerophospholipid and triacylglycerol distribution in corn kernels (*Zea mays L.*). *J Cereal Sci* 51:1-6.
- HR EN ISO 5509:2000. Animal and vegetable fats and oils – Preparation of methyl esters of fatty acids.

### Fatty acids composition of oil from OS corn hybrids

- Jimenez J.J., Bernal J.L., Nozal M.J., Toribio L., Bernal J. (2009). Profile and relative concentration of fatty acid in corn and soybean seeds from transgenic and isogenic crops. *J Chrom A* 1216:7288-7295.
- Ostlund R.E, S. B. Racette, A. Okeke, W. F. Stenson (2002). Phytosterols that are naturally present in commercial corn oil significantly reduce cholesterol absorption in humans. *Am J Clin Nutr*, 75:1000-4.
- Pollak L.M, Scott M.P. (2005). Breeding for grain quality traits. *Maydica* 50: 247-257.
- Saleem M., Ahsan M., Aslam M., Majeed A. (2008). Comparative evaluation and correlation estimates for grain yield and quality attributes in maize. *Pak J Bot* 40:2361-2367.
- Saoussem H., Sadok B., Habib K., Mayer P.M. (2009). Fatty acid accumulation in the different fractions of the developing corn kernel. *Food Chem* 117:432-437.
- Val D.L, Schwartz D.S.H., Kerns M.R., Deikman J. (2009). Development of a high oil trait for maize, *Biotechnology in Agriculture and Forestry*. 63:303-323.
- Velasco L., Fernandez-Martinez J.M. (2002). Breeding Oilseed Crops for Improved Oil Quality, in: *Quality Improvement in Field Crops*, Ed by Basra A.S., Randhawa L.S., Food Products Press, Oxford, 309-344.
- Warner K., Knowlton S. (1997). Frying quality and oxidative stability of high-oleic corn oil. *J Am Oil Chem Soc* 74:1317-1322.
- Weber E.J. (1983). Variation in corn (*Zea mays* L.) for fatty acid compositions of triglycerides and phospholipids. *Biochem Genet* 21:1-13.
- White P.J., Weber E.J. (2003). Lipids of the cernel. in *Corn: Chemistry and Technology*, Ed by L.A. Johnson, White P.J., 2nd Ed, AACC, St. Paul MN. 355-405.

s2012\_0317

# Genetski napredak u kakvoći zrna OS-linija soje

Aleksandra SUDARIĆ, Marija VRATARIĆ, Maja MATOŠA, Tomislav DUVNJAK, Mirna VOLENIK

Poljoprivredni institut Osijek, Južno predgrađe 17, 31000 Osijek, Hrvatska  
(e-mail: aleksandra.sudaric@poljin.hr)

## Sažetak

Cilj istraživanja bio je procijeniti genetsko poboljšanje kakvoće zrna soje u okviru oplemenjivačkog programa soje Poljoprivrednog instituta Osijek, usporedbom vrijednosti elitnih linija sa standardima kroz poljske pokuse (2004.-2006.; Osijek). Varijabilnost i genetski parametri određivani su za količinu bjelančevina i ulja u zrnu. Dobiveni rezultati ukazali su na postignuti genetski napredak u kakvoći zrna soje unutar grupa zriobe 00, 0 i I. Genetsko poboljšanje količine bjelančevina i količine ulja u zrnu domaće germplazme soje doprinos je unaprijeđenju i profitabilnosti proizvodnje i prerade soje u našoj zemlji te doprinos i osnova daljnjem radu u domaćem oplemenjivanju soje.

Ključne riječi: soja, bjelančevine, ulje, genetski napredak

## Genetic improvement in grain quality of soybean OS-lines

### Abstract

The research was aimed to estimate the genetic improvement of grain quality in soybean in the frame of the soybean breeding program at the Agricultural Institute Osijek by comparing the value of the elite lines with standards in filed trials (2004-2006; Osijek). Variability and genetic parameters were determined for protein content and oil content in grain. The obtained results indicated achieved genetic advance in grain quality within maturity groups 00, 0 and I. This genetic advance in grain protein and oil content in domestic soybean germplasm contributes improvement and profitability of soybean production and processing in our country, and it is a contribution and basis of further work in domestic soybean breeding.

Key words: soybean, protein, oil, genetic advance

### Uvod

Soja (*Glycine max* (L.) Merr.) je danas na globalnoj razini rangirana kao glavni izvor biljnih ulja i bjelančevina (FAOSTAT, 2011.) te značajni izvor zdravstveno korisnih tvari u proizvodnji funkcionalne hrane (Yaklich i sur., 1999.; Wilcox i Shibles, 2001.; Messina, 2004.; Vratarić i Sudarić, 2008.). Tendencija povećanja korištenja sojinog zrna u prehrani i prerađivačkoj industriji uvjetuje potrebu za povećanjem količine i kakvoće sojinog zrna. Povećanje uroda zrna primarni je cilj svih oplemenjivačkih programa soje, ali sukladno povećanju funkcionalne vrijednosti sojinog zrna, na globalnoj razini intenzivira se oplemenjivački rad i na poboljšanju genetske osnove za kakvoću zrna, primarno količine i kvalitete bjelančevina i ulja u zrnu (Rajcan i sur., 2005.; Cober i sur., 2009.). Oplemenjivanje soje u Poljoprivrednom institutu Osijek (Osijek, Hrvatska) prvenstveno je usmjereno k razvoju kvalitetnog sortimenta soje sukladno potrebama domaćeg tržišta. Temelj genetičko-oplemenjivačkih istraživanja je povećanje rodosti, unaprijeđenje komponenti koje ulaze u strukturu formiranja visine uroda zrna te poboljšanje kakvoće zrna. U okviru programa poboljšanja kakvoće zrna, selekcijski postupak je usmjeren na povećanje količine i stabilnosti bjelančevina i ulja u zrnu.



Genetski napredak ostvaruje se kroz kontinuirani, višegodišnji oplemenjivački rad primjenom klasičnih metoda, a uvjetovan je prvenstveno oplemenjivačkom vrijednošću odabranih roditeljskih komponenti u ovim svojstvima (Vratarić i sur., 2005.; Sudarić i sur., 2008.; Sudarić i sur., 2009.).

U ovom radu bit će prikazani rezultati ispitivanja kakvoće zrna elitnih linija soje kreiranih u okviru oplemenjivačkog programa soje Instituta.

### Materijal i metode

Na pokusnom polju Poljoprivrednog instituta Osijek (eutrični kambisol; pH 6,5; humus 2,13%; 22,6 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 100g<sup>-1</sup> tla; 30,4 mg K<sub>2</sub>O 100g<sup>-1</sup> tla) u razdoblju od 2004. do 2006. godine postavljeni su pokusi po slučajnom bloknom rasporedu u tri ponavljanja. Veličina osnovne parcele iznosila je 9 m<sup>2</sup>. Pokusni materijal obuhvaćao je ukupno 156 genotipa soje (elitne linije i standardi), razvrstana u tri grupe zriobe (GZ) slijedom: vrlo rani (GZ 00), rani (GZ 0) i srednje rani (GZ I.). Ispitivane elitne linije nastale su kombinacijskom hibridizacijom u okviru oplemenjivačkog programa soje Instituta te su iz hibridnih populacija izdvojene na osnovu visokih agronomskih vrijednosti, sukladno definiranim ciljevima oplemenjivanja. Standardi za svaku grupu zriobe bile su sorte zastupljene u širokoj proizvodnji soje u Republici Hrvatskoj. Na pokusima su primjenjene standardne agrotehničke mjere. Tijekom vegetacije provedena su sva potrebna opažanja. Poslije žetve, izračunat je urod zrna i komponente uroda zrna (podaci nisu prikazani). Količina bjelančevina i ulja u zrnu određena je iz prosječnog uzorka zrna po parceli u Centralnom laboratoriju Poljoprivrednog instituta Osijek na uređaju Infratec 1241 Analyzer i izražena je u postotku od apsolutno suhe tvari zrna (% AST). Podaci su statistički obrađeni (SAS 9.1.). Za količinu bjelančevina i ulja u zrnu izračunata je heritabilnost u širem smislu (%) (Singh i sur., 1993.) te genetska dobit (Allard, 1960.) i relativna genetska dobit od selekcije (%). Temeljem dobivenih podataka, iz komparativnih pokusa (2004.-2006.) izdvojene su elitne linije soje visokih gospodarskih svojstava te su prijavljene u postupak za priznavanje sorti. Službeno ispitivanje vrijednosti odabranih linija provedeno je od 2007. do 2009. godine na lokacijama Osijek, Kutjevo, Beli Manastir, Lovas (2007. i 2008.) i Tovarnik (2009.). U radu je dat prikaz podataka za tri elitne linije (OS-23-06 'Seka', OS-59-06 'Sara' i OS-49-06 'Ema') koje su, uz visoku rodnost, imale visoki genetski potencijal u pogledu kakvoće zrna.

### Rezultati i rasprava

Statističkom obradom podataka za količinu bjelančevina i količinu ulja u zrnu utvrđena je značajna varijabilnost u fenotipskoj ekspresiji navedenih svojstava i kod standarda i kod elitnih linija soje unutar GZ 00, 0 i I. (Tablica 1.). Dobiveni podaci pokazatelj su genetske divergentnosti testiranog materijala u analiziranim svojstvima kakvoće zrna.

Tablica 1. Fenotipska izražajnost ispitivanih svojstava kakvoće zrna soje; 2004.-2006., Osijek (Hrvatska)

Grupa zriobe	Standard		Elitne linije		LSD <sub>genotip</sub>	
	Raspon	Prosjeak	Raspon	Prosjeak	0,05	0,01
Količina bjelančevina u zrnu (% AST)						
oo	36,15-38,20	37,63	37,64-41,26	39,66	0,634	1,267
o	37,33-39,56	38,57	38,20-41,45	40,28	0,714	1,072
I	38,63-41,49	40,26	40,18-44,12	42,18	0,843	1,382
Količina ulja u zrnu (% AST)						
oo	21,10-22,20	21,65	22,14-23,86	22,93	0,516	0,906
o	20,35-22,10	21,34	21,40-23,20	22,11	0,382	0,675
I	19,65-21,92	20,45	21,18-22,10	21,76	0,528	0,865

Usporednom prosječnim vrijednosti kakvoće zrna elitnih linija sa standardnim sortama utvrđeno je da su elitne linije imale u prosjeku visokoznačajno veću količinu bjelančevina i ulja u zrnu u odnosu na standarde unutar svake grupe zriobe. Najbolje elitne linije imale su značajno više vrijednosti bjelančevina i ulja u zrnu u odnosu na prosjek elitnih linija unutar svake grupe zriobe na razini P<sub>≤</sub>0.01 (Tablica 1.). Dobiveni rezultati ukazuju na značajni genetski napredak u kakvoći zrna novih OS-elitnih linija soje GZ 00, 0 i I., što je postignuto primjenom klasičnih oplemenjivačkih metoda.

U ovom ispitivanju, dobivene su visoke procjene heritabilnosti za količinu bjelančevina (73,08-78,86%) i količinu ulja (62,63-68,82%) (Tablica 2.), što ukazuje da je veličina fenotipske vrijednosti kakvoće zrna većim dijelom određena genetskom (nasljednom) osnovom, a manjim dijelom utjecajem okoline i reakcijom genotipa na te uvjete.

Procjene heritabilnosti, odnosno procjene odnosa učinka genotipa, okoline i interakcije u fenotipskoj ekspresiji svojstva imaju veliki značaj u oplemenjivačkom procesu (Falconer i Mackay, 1996.).

Tablica 2. Varianca, heritabilnost i genetska dobit od selekcije za kakvoću zrna soje; 2004.-2006., Osijek (Hrvatska)

Grupa zriobe	Varianca genotipa	Varianca fenotipa	Heritabilnost (%)	Genetska dobit	
				*Gs (% AST)	**RGs (%)
Količina bjelančevina u zrnu (% AST)					
oo	2,70	3,44	78,49	2,04	5,14
o	3,34	4,57	73,08	2,19	5,44
l	3,88	4,92	78,86	2,45	5,81
Količina ulja u zrnu (% AST)					
oo	1,86	2,97	62,63	1,51	6,58
o	1,98	3,10	63,87	1,57	7,10
l	1,28	1,86	68,82	1,31	6,02

\*Gs – Genetska dobit od selekcije (intenzitet selekcije od 20%;  $k=1,40$ ); \*\*RGs – Relativna genetska dobit

S praktične strane oplemenjivanja soje, visokonasljedna svojstva kao što su količina bjelančevina i količina ulja u zrnu stabilnija su i pouzdanija kao selekcijska mjerila u odnosu na niskonasljedna svojstva kao što je urod zrna. Slično navode i drugi autori (Wilcox, 1984.; Wilcox, 2001.; Burton, 1987.; Sudarić i sur., 2007.; Sudarić i sur., 2009.; Vratarić i sur., 2007.; Vratarić i sur., 2010.).

Na osnovi procjena heritabilnosti određenog materijala, moguće je predvidjeti uspješnost selekcijskog postupka. Temeljem navedenog, uz pretpostavku izbora 20% najboljih fenotipova iz svake grupe zriobe unutar provedenih linijskih pokusa, procjena genetske dobiti od selekcije (Tablica 2.) iznosi za količinu bjelančevina 2,04-2,45% te za količinu ulja 1,31-1,57%. Odnosno, srednja vrijednost populacije uzgojene iz tih biljaka bit će veća od prosjeka izvorne populacije za 5,14-5,81% u količini bjelančevina te za 6,02-7,10% u količini ulja, ovisno o grupi zriobe.

Temeljem dobivenih podataka provedenih biometričkih analiza, vidljiv je genetski napredak u kakvoći zrna domaćeg sortimenta soje. Iz svake grupe zriobe izdvojene su oplemenjivačke linije značajno boljih agronomskih svojstava od standarda te su prijavljene u službeni postupak priznavanja. Visoku agronomsku vrijednost novih elitnih linija soje OS-23-06, OS-59-06 i OS-49-06 dobivenih oplemenjivanjem na kakvoću zrna potvrđuju i rezultati laboratorijskih ispitivanja količine bjelančevina i količine ulja u zrnu u postupku priznavanja (Tablica 3.). Sve tri linije, s obzirom na visoku gospodarsku vrijednost, bolju od standarda, priznate su 2010. godine Poljoprivrednom institutu Osijek, kao nove sorte 'Seka', 'Sara' i 'Ema'.

Tablica 3. Rezultati ispitivanja kakvoće zrna sorti soje u postupku priznavanja sorti; 2007.-2009., lokacije: Osijek, Lovas, Tovarnik, Beli Manastir, Kutjevo (izvor podataka: Zavod za sjemenarstvo i rasadničarstvo, Osijek)

Genotip	Godina ispitivanja			Prosjek
	2007.	2008.	2009.	
Količina bjelančevina u zrnu (% AST)				
Standard	40,09	41,49	38,35	39,98
OS-23-06 (cv. 'Seka')	45,35**	43,03**	39,55*	42,64**
OS-59-06 (cv. 'Sara')	44,24**	42,24**	40,75**	42,41**
OS-49-06 (cv. 'Ema')	42,26**	43,96**	40,14**	42,12**
Količina ulja u zrnu (% AST)				
Standard	17,89	20,61	20,18	19,56
OS-23-06 (cv. 'Seka')	17,78	23,71**	21,29**	20,93**
OS-59-06 (cv. 'Sara')	18,31	23,75**	21,60**	21,22**
OS-49-06 (cv. 'Ema')	19,58**	23,71**	21,44**	21,58**

\* - značajnost razlike na razini  $P \leq 0,05$  prema F-testu; \*\* - značajnost razlike na razini  $P \leq 0,01$  prema F-testu

## Zaključak

U okviru oplemenjivačkog programa soje koji se provodi u Poljoprivrednom institutu Osijek postignut je značajni genetski napredak u kakvoći zrna. Genetsko poboljšanje količine bjelančevina i količine ulja u zrnu domaće germplazme soje doprinos je unaprijeđenju i profitabilnosti proizvodnje i prerade soje u našoj zemlji te doprinos i osnova daljnjem radu u domaćem oplemenjivanju soje.

## Literatura

- Allard R. W. (1960). Principles of Plant Breeding. Ed. by John Wiley and Sons., Inc. New York, 1-485.
- Burton J.W. (1987). Quantitative Genetics: Results Relevant to Soybean Breeding. In: J.R. Wilcox (ed.): Soybeans: Improvement, Production and Uses. Agronomy 16: 211-247.
- Cober E.R., Cianzio S.R., Pantalone V.R., Rajcan I. (2009). Soybean. In: Vollmann, J., Rajcan, I. (eds.): Oil Crops. Handbook of Plant Breeding 4, Springer Science+Business Media, LLC, 57-90.
- Falconer D.S., Mackay T.F.C. (1996). Introduction to Quantitative Genetics. Pearson Prentice Hall, United Kingdom, 160-183.
- FAOSTAT (2011) Production, Crops, Soybean. Food and Agriculture Organization. <http://faostat.fao.org>.
- Messina M. (2004). The science behind soyafoods. In: Moscardi F. et al. (eds.): Proceedings of the WSRC VII, Foz du Iguassu, Brazil: 73-82.
- Rajcan I., Hou G., Weir A. D. (2005). Advances in Breeding of Seed-Quality Traits in Soybean. In: Kang, M.S. (ed.). Genetic and Production Innovations in Field Crop Technology: New Developments in Theory and Practice. Food Products Press 145-174.
- SAS, Statistical Software System 9.1. (2002-2003). SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.
- Singh M., Ceccarell S., Hamblin J. (1993). Estimation of heritability from varietal trials data. Theoretical and applied genetics 86:437-441.
- Sudarić A., Vratarić M., Sudar, R., Duvnjak T. (2007) Doprinos domaćeg oplemenjivanja u povećanju količine i kvalitete ulja soje. U: Pospišil, M. (ur.). Zbornik radova-Proceedings 42. hrvatski i 2. međunarodni simpozij agronoma, Zagreb, Hrvatska, 261-265.
- Sudarić A., Vratarić M., Sudar R., Duvnjak T., Jurković Z. (2008). Breeding Soybean for Improved Oil Quantity and Quality. In: Čurić, D. (ed.), Proceedings of the 4th Central European Congress on Food and 6th Croatian Congress of Food technologists, biotechnologists and nutritionists, Zagreb, Hrvatska, 149-154.
- Sudarić A., Vratarić M., Volenik M. (2009). Genetski napredak - osnova unaprijeđenja proizvodnje soje. U: Marić, S., Lončarić, Z. (ur.), Zbornik radova - Proceedings 44. hrvatski i 4. međunarodni simpozij agronoma, Opatija, Hrvatska, 395-399.
- Vratarić M., Sudarić A., Sudar R., Duvnjak T., Jurković D., Jurković Z. (2005). Genetic advance in quantitative traits of soybean lines within different maturity groups. Poljoprivreda, 11, 1:5-10.
- Vratarić M., Sudarić A., Duvnjak, T., Plavšić H. (2007). Genetski napredak domaćih ranozrelih kultivara soje u važnim agronomskim svojstvima. U: Pospišil, M. (ur.), Zbornik radova 42. hrvatskog i 2. međunarodnog simpozija agronoma, Opatija, Hrvatska, 269-272.
- Vratarić M., Sudarić A. (2008). Soja. Poljoprivredni institut Osijek, Osijek: 1-459.
- Vratarić M., Sudarić A., Duvnjak T., Šunjić K. (2010). Agronomska vrijednost novih vrlo ranih sorata soje. Sjemenarstvo 27 (1-2): 5-17.
- Wilcox J.R. (1984). Breeding Soybeans for Improved Oil Quantity and Quality. In: Shibles, R. (ed.) Proceedings of the 3rd WSRC, Boulder-London: 380-386.
- Wilcox J.R., Shibles R.M. (2001). Interrelationships among seed quality attributes in soybean. Crop Science 41: 11-14.
- Wilcox J.R. (2001). Sixty years of improvement in publicly developed elite soybean lines. Crop Science. 41:1711-1716.
- Yaklich R.W., Helm R.M., Cockrell G., Herman E. (1999). Analysis of the distribution of the major soybean seed allergens in a core collection of Glycine max accessions. Crop Science 39: 1444-1447.
- \*Rezultati ispitivanja gospodarske vrijednosti sorti soje za 2007., 2008. i 2009. godinu. Zavod za sjemenarstvo i rasadničarstvo Osijek.

sa2012\_o318

# Genetic analysis of leaf rust tolerance in lines originating from wheat hexaploids and tetraploids

Anar TOKUBAYEVA, Kulziya SHULEMBAYEVA

Kazakh National University named after al-Farabi, Department of molecular biology and genetics 050038 Almaty, Kazakhstan (e-mail: Kulziya.Shulembaeva@kaznu.kz)

## Abstract

Leaf-rust highly resistant introgressive wheat lines have been studied genetically using effective Lr genes from Thatcher's isogenic lines and "Kazakhstanskaya 126" monosomic lines. Resistance genes Lr9, Lr19, Lr9, Lr24 and Lr26 in line L-344 were shown not to be allelic. Lr9 and Lr26, allelic genes conferring resistance to leaf rust have been identified in line L-345. The "leaf rust" resistance gene in the L-344 line is localized on a morphologically marked 5A chromosome, while the same gene in the L-345 line is located on 2B and 4B chromosomes.

Key words: gene, recombination, genotype, leaf rust, wheat.

## Introduction

Wild relatives of the wheat are an inexhaustible source of new and useful genes for the crop improvement. Set up collection of wheat lines resistant to different rust types is important step for improving genetic resources and related breeding processes. The success of hybridization in wheat breeding is determined by: 1) the creation of highly adaptive, productive and disease resistant wheat lines, 2) searching wild types with economically-valuable traits, 3) and use of novel, unconventional techniques for recombination of foreign genes resulted in new genotypes.

To date, a number of standard methods have been offered in order to facilitate the gene transfer from species having no relationship to the bread wheat genomes. Some of these techniques are based on methods of chromosome engineering, which assume insertion of the chromosomal fragments carrying desired genes into the wheat chromosomes.

R. Riley, V. Chapman and R. Riley, C. Kempanna have noticed that only the homologues take part in conjugation in the presence of wheat 5B chromosome. In the absence of this chromosome the process is accompanied by the formation of the multivalents. The mechanism controlling such abnormal formation of bivalents, takes place during the gemizygotic state, i.e. if a single 5B chromosome is present. This method also allows introduction of desired genes into the wheat karyotype. Consequently, the long arm of the chromosome indicated above is in charge of the chromosomal bivalent conjugation in course of meiosis in the hexaploid wheat. Since the study of the rest of nullisomics did not demonstrate the effect on meiosis similar to that one in the presence of 5B chromosome, it has been concluded that the gene that suppresses conjugation of the homologous chromosomes, has no copies in other chromosomes of *T. aestivum* [1, 2].

Tetraploid endemic species *Triticum timopheevii* Zhuk (genetic formula: A<sup>1</sup>A<sup>1</sup>GG) is characterized by a unique gene pool controlling resistance to various wheat diseases. Generation and extensive use of soft wheat donors in breeding manipulations with effective resistance Lr genes, transferred from wild relatives, could significantly expand their genetic basis regarding one or the other economically valuable trait. However, despite few difficulties (hybrids sterility and cytological instability), the word literature contains sufficient information on transferring a number of genes conferring resistance to leaf rust, stem rust and powdery mildew from *T. timopheevii* to the soft wheat [3, 4].

Current research is focused on genetic analysis of resistance to leaf rust of introgression lines derived from a complex hybridization of soft wheat (*T. aestivum*, 2n = 42) "Kazakhstanskaya-3" line with *T. timopheevii* (2n

= 28) and subsequent two-fold saturating breeding. Later, the 344 and 345 lines (L-344 and L-345) resistant to brown, yellow and stem rust, and also renowned for their good quality of grain, were picked out of hybrid offspring by repeated breeding.

L-344 and L-345 resistance to the leaf rust was revealed by Thatcher's testing of isogenic lines with effective Lr9, Lr19, Lr23, Lr24, Lr26 and Lr29 genes.

### Material and methods

Research subjects: Kazakhstanskaya 3, and Bezostaya1 varieties, *T. timopheevi* species, L-344 and L-345 introgressive lines, monosomic lines of Kazakhstanskaya 126, F<sub>1</sub>, and F<sub>2</sub> hybrids.

Methods of study: hybridologic and monosomic analysis [5]. The resistance of plants to the leaf rust was assessed by Mains and Jackson's scale [6]. Mathematical data processing was carried out using  $\chi^2$  test [7].

### Results and discussion

Resistance of L-344 and L-345 lines has been tested in the natural conditions of severely infected fields of the Kazakh Institute of Agricultural Research and Cropping .

The genetic analysis of resistance to leaf rust of F<sub>1</sub> hybrid plants received from crossing the line l-344 and l-345 with effective "Tatcher" carriers of Lr genes has shown that all the plants were highly resistant to leaf rust. Dominating character of inheritance of "leaf rust" resistance in these lines has been depicted.

Results of the population analysis of F<sub>2</sub> hybrids received from crossing of the L-344 and L-345 lines with effective Lr genes have indicated that all hybrids would split into resistant and susceptible plants thus reflecting digenic inheritance, with the exception of hybrid population for isogenic Lr19 line (Table 1).

Splitting in hybrid F<sub>2</sub> progeny allows to conclude that in this case highly effective resistance genes Lr9, Lr19, Lr24, Lr26, and Lr29 are not allelic in L-344 line. It shows the presence of one or few novel genes controlling the leaf rust in this line. Newly-identified resistance gene in L-344 has been designated as LrG.

Opposite data have been obtained with L-345 line. Here there has been no splitting observed in F<sub>2</sub> population with tester Lr9 and Lr26 lines. This might indicate that "leaf rust" resistance genes in this case are allelic. Actual values of splitting between resistant and susceptible wheat lines obtained by testing with other Lr tester genes have corresponded to the complementary and epistatic gene interactions with the exception of a Lr23 x L-345 combination. Thus,  $\chi^2$  distribution has been in consent with monogenic inheritance ( $\chi^2 = 2.13$ ) of the trait considered.

Mandatory condition for the identification of disease resistance genes in the donors is their chromosomal localization. The level of resistance to the race 56 of leaf rust in L-344 and L-345 lines has showed the score "0". "Kazakhstan 126" line has revealed a strong susceptibility to this type of the rust (the degree of affect – score "4").

Analysis of F<sub>1</sub> hybrids in disomic and monosomic crossing combinations has determined a dominant inheritance of the leaf rust resistance trait in the introgressive lines.

### Analysis of F<sub>2</sub> hybrids resulting from mono Kazakhstanskaya 126 lines crossings with L-344 and L-345

Study of F<sub>2</sub> progeny from euploid combination of hybrids by crossings of cv. Kazakhstanskaya 126 with L-344 and L-345 introgressive lines has shown that the ratio of resistant (R) and susceptible (S) phenotypes would correspond to monogenic type of inheritance,  $\chi^2=0.19$  (see Table 1). The data on chromosomal genes localization is depicted in brief, only for principal chromosomes.

The deviation from the expected 3:1 ration has been observed in crossing combinations of L-344 with monosomic lines in respect of 5A, 6B and 2B chromosomes. The splittings in 5A line (179 resistant plants to 14 susceptible plants) have demonstrated considerable deviations in chi-square value ( $\chi^2 = 32.58$ ) from that one theoretically expected (3:1). So, a 5A chromosome of L-344 is confirmed to be critical for the resistance to leaf rust. Hybrids referred to chromosomes 1B ( $\chi^2=4.67$ ) or 6B ( $\chi^2=4.36$ ), also have shown authentic deviation, if compared with control and other monosomic hybrids (Table 1). Apparently, these chromosomes carry the gene – modifiers which may enhance plant resistance. Data for other 17 combinations of monosomic hybrids has evidenced in favour of monogenic type of inheritance of a "leaf rust" resistance trait in the studied line.

Table 1. Principal chromosomes in charge of leaf rust resistance in F<sub>2</sub> hybrids based on L-344 and L-345 in the phase of flag leaf

Chromosome	Phenotypic ratio		$\chi^2$ value at 3:1 ratio
	R	S	
Kaz.126 x L-344, F <sub>2</sub>	201	64	0.19
5A	179	14	32.58***
1B	177	12	4.67*
6B	122	25	4.36*
Chromosome	Phenotypic ratio		$\chi^2$ value at 3:1 ratio
Kaz.126 x L-345, F <sub>2</sub>	185	47	0.34
2B	152	8	19.85***
4B	138	54	11.08***

Note:  $\chi^2_{st}\{6.0; 9.2; 13.8$  \* - P<0.05; \*\*\* - P<0.001

Strong deviation from the control hybrid was observed on chromosomes 2B ( $\chi^2 = 19.85$ ) and 4B ( $\chi^2 = 11.08$ ) in crossing combinations of 21 monosomic lines with L-345.

Splitting analysis of the control crosses in F<sub>2</sub> has led to statistical hypothesis of digenic inheritance: the ratio has appeared to be closer to 13:3 (Table 1). Monosomic analysis of all chromosomes belonging to F<sub>2</sub> hybrids, except 2B and 4B chromosomes, has shown theoretically expected splitting similar to the control.

### Conclusion

The study on standard population of F<sub>2</sub> hybrids obtained from the crossing cv. Kazakhstanskaya x L-344 has shown that resistance of the introgressive line to leaf rust is inherited monogenically ( $\chi^2=0.19$ ).

Substantial deviation from anticipated 3:1 ration has been observed in combinations from L-344 crossings by chromosome 5A with monosomic lines ( $\chi^2=32.58$ ) comparing to 1B ( $\chi^2 = 4.67$ ) and 6B chromosomes ( $\chi^2=4.36$ ). The data allow to consider chromosome 5A in L-344 to be critical for the determination of leaf rust resistance. Chromosomes 1B and 6B carry modifier genes strengthening the resistance of principal gene allocated in 5A chromosome.

$\chi^2$  value in standard combinations from the crossing of cv. Kazakhstanskaya 126 with L-345 is equal 0.34. Strong deviation from this standard value indicated for chromosome 2B ( $\chi^2=19.85$ ) shows that this chromosome is critical for leaf rust resistance in L-345, whereas insignificant deviation revealed for chromosome 4B ( $\chi^2=11.08$ ) may be associated with the impact of the modifier gene.

Leaf rust resistance genes localized into introgressive lines L-344 and L-345 are believed to extend the gene catalogue of soft wheat and be applied in wheat breeding for immunity.

### References

- Riley R., Chapman V. (1958). Genetic control of the cytologically diploid behaviour of hexaploid wheat. *Nature*. 182: 713-715.
- Riley R., Kempfman C. (1963). The homoelogenous nature of the nonhomologous meiotic pairing in *Triticum aestivum* deficient for chromosome V (5B). *Heredity* 18: 287-306.
- Leonova I.N., Laikova L.I., Popova O.M. (2007). Detection of Quantitative Trait Loci for Leaf Rust Resistance in Wheat—*T. timopheevii*/*T. tauschii* Introgression Lines. *Euphytica* 155: 79-86.
- Guedira G.L., Singh S., Fritz A.K. (2003). Performance and Mapping of Leaf Rust Resistance Transferred to Wheat from *Triticum timopheevii* subsp. *armeniicum*. *Phytopathology* 93: 784–789.
- Sears E.R. (1988). History of Chinese Spring aneuploids. *Proceed. 7-th Intern. Wheat Genet. Symp. Cambridge*. –Volume (1): 3-6.
- Mains E.B., Jackson H.S. (1926). Physiologic specialization leaf rust of wheat p. *triticina* Erikss. *Phytopathology*. Volume (16): pp.89-120.
- Serebrovski A.S. (1970). Genetic analysis. *Science*. p.346.

sa2012\_0319

# Prinos i kvaliteta biomase sorti i populacija lucerne (*Medicago sativa* L.)

Marijana TUČAK, Svetislav POPOVIĆ, Tihomir ČUPIĆ

Poljoprivredni institut Osijek, Južno predgrađe 17, 31000 Osijek, Hrvatska  
(e-mail: marijana.tucak@poljinos.hr)

## Sažetak

Tijekom trogodišnjeg istraživanja procjenjivana je agronomska vrijednost (prinos zelene mase, suhe tvari i bjelančevina, svojstva kvalitete) četiri novo stvorene eksperimentalne populacije Poljoprivrednog instituta Osijek (PIO) usporedbom s ostvarenim vrijednostima devet domaćih i stranih sorti lucerne. Utvrđene su značajne razlike između sorti/populacija lucerne u prinosu i promatranim svojstvima kvalitete (sadržaj bjelančevina, neutralnih i kiselih vlakana, relativna hranidbena vrijednost). Populacijom PIO OS-L/XXV ostvaren je najveći prinos zelene mase i suhe tvari. Populacija PIO OS-L/XXVII imala je veće prinose u odnosu na domaće komercijalne i većinu stranih sorti te povoljne vrijednosti svojstava kvalitete. Utvrđene superiorne populacije predstavljaju potencijalne nove sorte PIO.

Ključne riječi: lucerna, sorta, eksperimentalna populacija, prinos, kvaliteta

## Biomass yield and quality of alfalfa cultivars and populations

### Abstract

During three years of investigation agronomic values of four newly created experimental populations at Agricultural Institute Osijek (AIO) were evaluated (green mass and dry matter yields, protein and quality traits) comparing with the obtained values of nine domestic and foreign alfalfa cultivars. Significant differences were determined between alfalfa cultivars/populations in yields and quality traits (protein content, neutral and acid detergent fiber, relative feed value). The highest green mass and dry matter yields had population AIO OS-L/XXV. Population AIO OS-L/XXVII had higher yields as well as favorable values of quality traits compared with the domestic commercial and most of the foreign cultivars of alfalfa. Determined superior populations represent potential new cultivars of AIO.

Key words: alfalfa, cultivar, experimental populations, yield, quality

### Uvod

Lucerna (*Medicago sativa* L.) je prema rasprostranjenosti i značajnosti u proizvodnji voluminozne stočne hrane najvažnija višegodišnja krmna kultura, kako u svijetu tako i u Republici Hrvatskoj (RH). Stoga su istraživanja većine oplemenjivačkih programa krmnih leguminoza usmjerena na stvaranje novih sorti lucerne povećanog prinosa zelene mase i sijena, poboljšane hranjive vrijednosti, tolerantnih na biotske i abiotske stresove te prilagođenih različitim okolinskim uvjetima proizvodnje (Milić i sur., 2011, Volenec i sur., 2002, Irwin i sur., 2001).

Dosadašnjim radom postignut je značajan genetski napredak u povećanju prinosa i stvorene su brojne visokoprinosne sorte. Međutim oplemenjivanjem lucerne na prinos per se ostvareni su skromniji rezultati u usporedbi s ostalim ratarskim kulturama. Manju genetsku dobit od selekcije na prinos kod lucerne moguće je objasniti brojnim specifičnostima ove vrste: 1. složenost genetske strukture na individualnom i populacijskom stupnju zbog svoje autotetraploidnosti i alogamnosti koju karakterizira visoka heterozigotnost i izražena inbreeding depresija, 2. višegodišnji rast koji zahtjeva evaluaciju populacija tijekom nekoliko selekcijskih ciklusa prije nego što se obavi izbor materijala za daljnji oplemenjivački proces, 3. ograničenja u proizvodnji komercijalnih hibrida i korištenju efekta heterozisa, 4. postojanje negativne korelacije između prinosa i svojstava kvalitete jer visoki prinosi najčešće znače zrele, visoke biljke koje imaju visok sadržaj vlakana i lignina te nizak sadržaj bjelančevina (Tučak i sur., 2011, Casler i Brummer, 2008, Maureira-Butler i sur., 2007, Popović i sur., 2002).

Osnovni preduvjet uspješnog oplemenjivanja lucerne i stvaranja novih sorti boljih agronomskih svojstava od postojećih je stalno korištenje genetski varijabilne i divergentne germplazme tijekom selekcijskog procesa. U RH najveći oplemenjivački program lucerne provodi se na Poljoprivrednom institutu Osijek, a kao rezultat kontinuiranog i dugogodišnjeg rada devetnaest je priznatih sorti lucerne (1970.-2011.) te razvijenih brojnih populacija.

Cilj ovog istraživanja bio je procijeniti agronomsku vrijednost, analizom prinosa i svojstava kvalitete, novostvorenih eksperimentalnih populacija usporedbom s ostvarenim vrijednostima poznatih domaćih komercijalnih i stranih sorti lucerne.

### Materijal i metode

Istraživanje je provedeno na 13 sorti/populacija lucerne različitog porijekla: četiri eksperimentalne populacije i tri sorte kreirane u okviru oplemenjivačkog programa lucerne na Poljoprivrednom institutu Osijek (PIO), dvije sorte stvorene na Bc Institutu za oplemenjivanje i proizvodnju bilja Zagreb (BC), četiri sorte porijeklom iz Francuske, Rumunjske i Argentine (Tablica 2.). Pokus je postavljen 04. travnja 2006. po slučajnom bloknom rasporedu u tri ponavljanja na selekcijskim površinama PIO. Veličina osnovne parcele iznosila je 8 m<sup>2</sup>, a sjetva je obavljena gustoredno (razmak između redova 20 cm) na bazi količine od 15 kg ha<sup>-1</sup> sjemena. Prva vegetacijska godina pokusa nije obuhvaćena ovim istraživanjem, a u trogodišnjem razdoblju ispitivanja (2007.-2009.) obavljeno je po pet košnji u svakoj vegetacijskoj godini. Prinos zelene mase utvrđen je direktno na polju mjerenjem pokošene nadzemne mase cijele parcele u svakom otkosu (15) kombajnom za pokuse Hege 212 s elektronskom vagom te preračunat u t ha<sup>-1</sup>. Neposredno pred košnju u svakom otkosu uzet je uzorak (0,5 kg zelene mase) iz srednjeg reda svake parcele za određivanje sadržaja suhe tvari iz čega je izračunat prinos suhe tvari (t ha<sup>-1</sup>). Prinosi zelene mase i suhe tvari prikazani su kao prosječni godišnji prinosi trogodišnjeg istraživanja. U drugom otkosu 2007. godine sa svake parcele uzeti su prosječni uzorci zelene mase koji su sušeni na 60°C do konstantne mase, samljeveni na oko 1 mm i upotrijebljeni za kemijsku analizu proučavanog materijala. Sadržaj bjelančevina, neutralnih i kiselih vlakana (NDF, ADF) u suhoj tvari utvrđen je standardnim metodama (AOAC, 1995). Relativna hranidbena vrijednost (RFV) je izračunata iz procjene DDM-a (probavljivost suhe tvari) i DMI-a (ulazna suha tvar) pomoću sljedećih izraza:  $RFV = (\%DDM * \%DMI) / 1.29$ ,  $DDM = 88.9 - (0.779 * \%ADF)$ ,  $DMI = 120 / \%NDF$  (Rohweder i sur., 1978). Prosječni godišnji prinos bjelančevina trogodišnjeg istraživanja dobiven je iz vrijednosti sadržaja bjelančevina u suhoj tvari i prinosa suhe tvari preračunatog u kg ha<sup>-1</sup>. Prikupljeni podatci obrađeni su analizom varijance pomoću statističkog programa SAS 9.1.3. (SAS Institute Inc, 2002-2003). Za utvrđivanje značajnosti razlika između srednjih vrijednosti i rangiranje sorti/populacija (za razinu vjerojatnosti p=0,01) korišten je Duncanov višestruki rang test (DMRT). U sve tri godine istraživanja srednje mjesečne temperature zraka u vegetacijskom razdoblju lucerne bile su slične i nisu značajnije odstupale od višegodišnjeg prosjeka, dok je kod oborina došlo do značajnijeg variranja (Tablica 1.). U 2007. i 2009. zabilježena je manja ukupna količina oborina (za 14,83 i 38,62 %) u odnosu na višegodišnji prosjek, dok je u 2008. bilo neznatno više oborina od prosjeka (za 7,80 %). Značajan manjak oborina u 2009. nije bitno utjecao na visinu prinosa što je najvjerojatnije bilo povezano s dubokim i dobro razvijenim korjenovim sustavom.



Tablica 1. Srednje mjesečne temperature zraka i količine oborina u vegetacijskom razdoblju lucerne tijekom istraživanja (postaja Osijek-Čepin, DHMZ RH)

Mjesec	Srednja temperatura zraka (°C)				Količina oborina (mm)			
	2007.	2008.	2009.	VGP	2007.	2008.	2009.	VGP
Ožujak	8,5	7,5	6,8	6,4	76,0	82,4	26,5	40,5
Travanj	13,3	12,5	14,6	11,2	2,9	48,8	18,7	51,0
Svibanj	18,3	18,1	18,3	16,7	56,1	66,9	39,4	59,2
Lipanj	22,3	21,5	19,2	19,6	33,3	76,3	62,8	82,0
Srpanj	23,8	21,9	23,2	21,3	27,4	67,6	13,8	66,3
Kolovoz	22,2	21,8	22,9	20,8	45,0	46,2	60,6	61,9
Rujan	14,5	15,7	19,1	16,5	65,2	86,3	10,0	51,0
Listopad	10,3	13,0	11,5	11,1	92,5	29,8	55,3	55,9
Prosjeck	16,6	16,5	16,9	15,4	398,4*	504,3*	287,1*	467,8*

\*ukupna količina oborina, VGP - višegodišnji prosjek (1971.-2000.)

### Rezultati i rasprava

Rezultati analize varijance ukazali su na značajne razlike između sorti/populacija lucerne u svim ispitivanim svojstvima (Tablica 2., Grafikon 1.). Eksperimentalnom populacijom PIO OS-L/XXV ostvaren je najveći prinos zelene mase i suhe tvari (105,30 i 22,35 t ha<sup>-1</sup>). Ova populacija imala je veći prinos za 6,87 % (zelena masa) i 7,38 % (suha tvar) u odnosu na prosječni prinos svih proučavanih sorti/populacija (Tablica 2.). S obzirom da su u ispitivanje bile uključene najraširenije i najprinosnije domaće sorte, kao i poznate strane sorte, navedena populacija pokazala je visok genetski potencijal za prinos. Rumunjskom sortom 'Topaz' dobiveni su najmanji prinosi, što je bilo manje za 16,96% (zelena masa) i 18,97% (suha tvar) u odnosu na postignute prinose populacijom OS-L/XXV. Također, dobivene vrijednosti svojstava kvalitete, prinosa bjelančevina i RFV-a navedenom sortom ukazuju na njenu izrazito nisku kvalitetu.

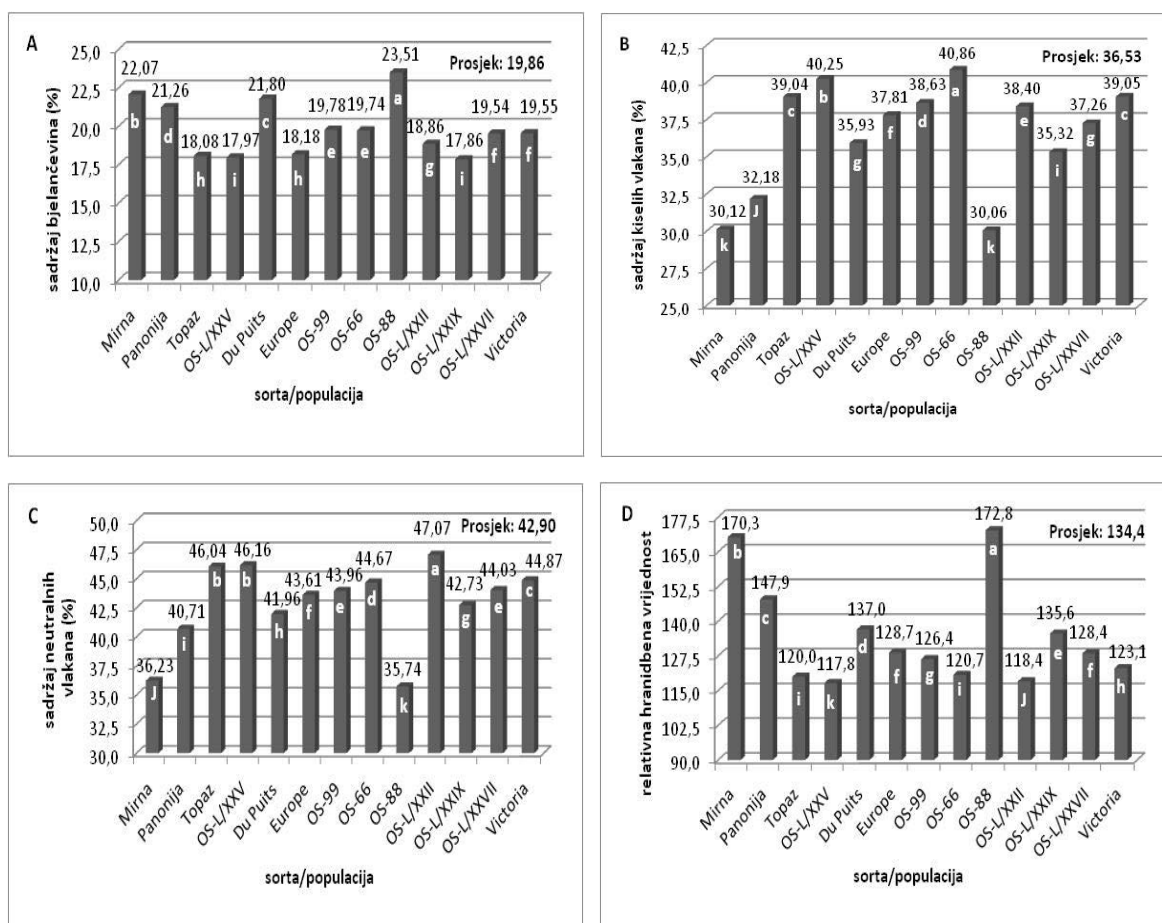
Veći prinosi u odnosu na domaće komercijalne i strane sorte, izuzev Argentinske sorte 'Victoria', postignuti su i eksperimentalnim populacijama PIO OS-L/XXVII i OS-L/XXII. Najveći prinos bjelančevina imala je sorta PIO 'OS-88' (4954,84 kg ha<sup>-1</sup>), što nije bilo značajno veće od prinosa ostvarenog BC sortom 'Mirna'. Kod sorte PIO 'OS-88' utvrđen je značajno najviši sadržaj bjelančevina (23,51 %) kao i najniži sadržaj neutralnih i kiselih vlakana (35,74 i 30,06 %), što ukazuje na činjenicu da je ova sorta jedna od najkvalitetnijih domaćih sorti lucerne (Grafikon 1. A, B, C). U skladu s iznesenom činjenicom je i opravdano najviša relativna hranidbena vrijednost (172,8) postignuta ovom sortom, koja ju prema standardima kvalitete svrstava u kategoriju visoko kvalitetnih krmiva (Hay Marketing Task Force of the American Forage and Grassland Council, RFV>151) (Grafikon 1. D).

Tablica 2. Prosječni prinosi zelene mase, suhe tvari i bjelančevina ispitivanih sorti/populacija lucerne s pripadajućim rangom po DMRT\* (Osijek, 2007.-2009.)

Sorta/populacija	Zemlja porijekla	Prinos zelene mase (t ha <sup>-1</sup> )	Prinos suhe tvari (t ha <sup>-1</sup> )	Prinos bjelančevina (kg ha <sup>-1</sup> )
Mirna	Hrvatska/BC	97,66 bc	21,14 abc	4666,76 ab
Panonija	Hrvatska/BC	89,95 de	19,12 ef	4065,20 d
Topaz	Rumunjska	87,44 e	18,11 f	3275,56 f
OS-L/XXV	Hrvatska/PIO	105,30 a	22,35 a	4017,84 d
Du Puits	Francuska	98,76 abc	20,62 bcde	4496,93 bc
Europe	Francuska	91,97 cde	19,46 def	3538,56 ef
OS-99	Hrvatska/PIO	98,38 abc	21,40 abc	4235,22 cd
OS-66	Hrvatska/PIO	98,86 abc	20,96 abcd	4138,22 d
OS-88	Hrvatska/PIO	101,51 ab	21,07 abcd	4954,84 a
OS-L/XXII	Hrvatska/PIO	101,91 ab	21,41 abc	4036,90 d
OS-L/XXIX	Hrvatska/PIO	96,98 bcd	20,06 cde	3584,15 e
OS-L/XXVII	Hrvatska/PIO	102,15 ab	21,84 ab	4268,80 cd
Victoria	Argentina	103,97 ab	21,63 abc	4229,02 cd
Prosjeck		98,06	20,70	4116,00
CV (%)		6,22	6,27	6,17

\*Vrijednosti označene istim slovima u koloni nisu značajno različite na razini p=0,01

Visok prinos i zadovoljavajući sadržaj bjelančevina, (4268,80 kg ha<sup>-1</sup>, 19,54 %) ostvaren je eksperimentalnom populacijom PIO OS-L/XXVII, dok su vrijednosti svojstava kvalitete koje su utvrđene kod populacija PIO OS-L/XXII i OS-L/XXV bile niže ili slične vrijednostima koje je postigla većina domaćih i stranih sorti. Najveći prinosi, nizak sadržaj bjelančevina te visok sadržaj vlakana, a kao posljedica navedenog niska relativna hranidbena vrijednost, dobiveni populacijom OS-L/XXV potvrđuju postojanje negativne korelacije između prinosa i svojstava kvalitete. Dobiveni rezultat u skladu je s istraživanjima brojnih autora koji su proučavali povezanost između prinosa i komponenti prinosa te svojstava kvalitete kod lucerne (Monirifar, 2011, Pecetti i sur., 2001, Julier i sur., 2000, Fonseca i sur., 1999). Kao visoko kvalitetan materijal izdvojila se i BC sorta Mirna kojom je ostvarena visoka relativna hranidbena vrijednost te sadržaj i prinos bjelančevina (170,3, 22,07 %, 4666,76 kg ha<sup>-1</sup>), kao i nizak sadržaj neutralnih i kiselih vlakana (36,23 i 30,12 %).



Grafikon 1. Parametri kvalitete ispitivanih sorti/populacija lucerne s pripadajućim DMRT rangom na p=0,01 (A - sadržaj bjelančevina, B – sadržaj kiselih vlakana, C – sadržaj neutralnih vlakana, D – relativna hranidbena vrijednost)

### Zaključci

U provedenom istraživanju utvrđene su značajne razlike između sorti/populacija lucerne u prinosu i promatranim svojstvima kvalitete. Visoka agronomska vrijednost potvrđena je kod eksperimentalnih populacija PIO OS-L/XXV kojom je ostvaren najveći prinos zelene mase i suhe tvari što ukazuje na njen visok genetski potencijal za prinos, i OS-L/XXVII kojom su dobiveni veći prinosi u odnosu na domaće komercijalne i većinu stranih sorti te povoljne vrijednosti svojstava kvalitete. Utvrđene superiorne populacije dokaz su uspješnog oplemenjivačkog rada na lucerni i predstavljaju potencijalne nove sorte PIO.

## **Literatura**

- AOAC (1995). Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists International, Arlington, VA.
- Casler M.D., Brummer E.C. (2008). Theoretical expected genetic gains for among-and-within-family selection methods in perennial forage crops. *Crop Science* 48(3):890-902.
- Fonseca C.E.L., Viands D.R., Hansen J.L., Pell A.N. (1999). Associations among forage quality traits, vigor, and disease resistance in alfalfa. *Crop Science* 39(5):1271-1276.
- Irwin J.A.G., Lloyd D.L., Lowe K.F. (2001). Lucerne biology and genetic improvement – an analysis of past activities and future goals in Australia. *Australian Journal of Agricultural Research* 52(7):699-712.
- Julier B., Huyghe C., Ecalle C. (2000). Within- and among-cultivar genetic variation in alfalfa: forage quality, morphology, and yield. *Crop Science* 40(2):365-369.
- Maureira-Butler I.J., Udall J.A., Osborn T.C. (2007). Analyses of a multi-parent population derived from two diverse alfalfa germplasm: testcross evaluations and phenotype-DNA associations. *Theoretical and Applied Genetics* 115(6):859-867.
- Milić D., Katić S., Karagić Đ., Gvozdanović-Varga J., Petrović S., Boćanski J. (2011). Genetic control of agronomic traits in alfalfa (*M. sativa* ssp. *sativa* L.). *Euphytica* published online: <http://www.springerlink.com/content/32124243v3150071>
- Monirifar H. (2011). Expected genetic gain for several quantitative traits in alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Notulae Scientia Biologicae* 3(1):109-113.
- Pecetti L., Berardo N., Odoardi M., Piano E. (2001). Forage quality components in grazing-type lucerne (*Medicago sativa* L. complex). *Journal Agronomy & Crop Science* 187(3):145-152.
- Popović S., Grljušić S., Tucak M., Čupić T., Bukvić G. (2002). Mogućnosti i ograničenja oplemenjivanja kvalitete lucerne. *Poljoprivreda* 8(1):33-38.
- Rohweder D.A., Barnes R.F., Jorgensen N. (1978). Proposed hay grading standards based on laboratory analyses for evaluating quality. *Journal of Animal Science* 47(3):747-759.
- SAS Institute Inc (2002-2003). SAS/STAT Software, Ver. 9.1.3. SAS Institute, Cary, NC.
- Tucak M., Popović S., Grljušić S., Čupić T., Bolarić S. (2011). Implementation of molecular markers diversity in parental selection of alfalfa (*Medicago sativa* L.) germplasm. *Biotechnology & Biotechnological Equipment* 25(2):2310-2314.
- Volenc J.J., Cunningham S.M., Haagenson D.M., Berg W.K., Joern B.C., Wiersma D.W. (2002). Physiological genetics of alfalfa improvement: past failures, future prospects. *Field Crop Research* 75(2-3):97-110.

## **Zahvala**

Prikazani rezultati dio su istraživanja nacionalnog projekta “Procjena oplemenjivačke vrijednosti germplazme lucerne (*Medicago* spp.)“ (šifra projekta: 073-0000000-3535) financiranog od strane MZOŠ RH.

**sa2012\_0320**

# Study regarding influence of osmotic stress upon chlorophyll content at some barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes

Giancarla VELICEVICI, Radu SUMĂLAN, Emilian MADOSA, Adriana CIULCA, Nicoleta BITEA, Cristina CORADINI

Banat's University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine of Timisoara, Faculty of Horticulture and Forestry, Aradului Street 119, Timisoara, Romania  
(e-mail: giancarlavely2000@yahoo.com)

## Abstract

The purpose of that study was the applying of an indirect test method to drought tolerance, based on influence determination of hydric stress upon chlorophyll accumulation. The hydric stress was made through the glycol polyethylene usage 6000 (PEG 6000). Determination of chlorophyll content was realized at 3, 10, 17, 24 days from stress induction using the portable chlorophyll meter. The applying of some different osmotic pressure made some variations regarding the chlorophyll content. At 'Dina', 'Madalin', 'Precoce', 'Andre', and double haploid line of DH19/1, had obtained the lowest values regarding the chlorophyll content, those being less influenced by PEG 6000 action. Genotypes the most affected were 'Tas', 'Lyric', 'Regal' and 'Orizont'.

Key words: water deficit, chlorophyll content, barley cultivars

## Introduction

Barley was a crop of major economic importance and also, a model species for genetics and physiology (Koorneef et al., 1997). Drought, like many others environmental stresses, had adverse effects on crop yield. Low water availability was one of the major causes for crop yield reductions affecting the majority of the farmed regions around the world. As water resources for agronomic usages became more limiting, the development drought-tolerant lines became increasingly more important (Duvick, 1997). Selection of tolerant crops had been considered as an economic and efficient means to improve drought tolerance (Chloupek and Rod, 1992; Turner, 1997). Relative changes in photosynthetic pigments could be used to assess water deficit effects in the plants (Moustakas, 1993). Although, the selection and breeding for drought tolerance using the traits, were certainly, scientifically sound, and there were some reports that those physiological traits couldn't be used as efficient selection criteria and thus, would need to be further elucidated before its recommendation to researchers (Parry et al., 2003). The work purpose was the applying of an indirect test method to drought tolerance, based on determination of a correlated feature with plants reaction in hydric stress conditions, in some genotypes' collections, where evaluation was necessary for amelioration the barley program. It was taken in view the hydric stress influence on the chlorophylls accumulation. Considering the hydric stress reduced the chlorophyll content and also the photosynthesis intensity, sustained by the abroad literature (Quartacci and Navarri Izzo, 1992; Akram et al., 2007; Parry et al., 2006; Kauser et al., 2006), our study emphasized the addition of some new explanations concerning the hydric stress on chlorophyll accumulation to sustain the applying that indirect method of testing in a quickly selection of tolerant shapes.

### Material and methods

The biologic material used in that study was represented by a collection of 19 genotypes of Romanian and foreign autumn barley. The hydric stress made in laboratory conditions, the biologic material being studied during 24 days in stress conditions induced by Polyethylene glycol PEG 6000. The experiment was realized under normal (0 Bars) and drought stress (-2.72 Bars, -4.48 Bars, and -7.35 Bars) Michael and Kaufman (1973). For the experiments, the plants were grown in vegetation pots in same sizes, in perlite. The plants were kept in greenhouse, in a 14/10 hour day/night at 20/22°C night/day temperature. Fifteen ml of distilled water or PEG solution was added to every crop pots under normal and drought stress conditions, respectively, after every 2 days to compensate the losses due to evaporation. Chlorophyll was measured at 3, 10, 17, and 24 days after sowing, for every variant of culture medium. The chlorophyll content of leaves was determined by portable chlorophyll meter SPAD- 502 (Konica Minolta). Experimental data had been processed by statistical methods: the variance analysis and test t (Ciulca, 2006). The significance of differences between the varieties was noted with symbols (\*, 0) and (a, b, c), so, it considered significant differences between variants noted by different letters. To genotypes hierarchy it considered that were more tolerant to hydric stress action, the genotypes which registered a lower content of chlorophyll.

### Results and discussions

Chlorophyll was one of the major components of chloroplasts, so that the chlorophyll content was positive correlated with photosynthesis rate. The reduction of chlorophyll content in drought conditions was considered a typical symptom of oxidative stress that could be the result of pigments photobleaching and chlorophyll degradation (Anjun et al., 2011). From table 1, where the variance analysis was presented for that indicator, it could observe that there were distinct real differences among the species studied, the seedlings age, the treatment with PEG and also, interaction of factors.

**Table 1. Analysis of variance on the effect of varieties, seedlings and PEG's age on chlorophyll content (SPAD) in barley**

Source of variation	SS	DF	MS <sup>2</sup>	F Test
Total	49408,37	3039		
Repetitions	243,79	9	27,09	F=1,73
Varieties	5748,51	18	319,36	F=20,39**
Varieties error	2537,88	162	15,67	
Seedlings age	7702,98	3	2567,66	F=162,35**
Varietie × seedlings age	4408,16	54	81,63	F=5,16**
Error for seedlings` age	8113,48	513	15,82	
PEG	138,00	3	46,00	F=6,09**
Varietie × PEG	2086,80	54	35,64	F=5,11**
Seedlings age × PEG	394,29	9	43,81	F=5,80**
Varietie x seedlings age × PEG	2530,87	162	15,62	F=2,07**
PEG Error	15503,58	2052	7,55	

The quantity of chlorophyll for species taken in study, registered values between 23.29 SPAD at DH19/1 and 28.31 SPAD at 'Tas' (table 2). Regarding the unilateral effect of PEG concentration on chlorophyll content at barley seedlings (table 3), that presented values between 26.08 on variant V3 (-7.35 Bars PEG 6000) and 26.63 on variant V0 (0 Bars H2O). The treatments applying through the hydric deficit induced had determined a significant decrease of chlorophyll content proportional with the differences level among those treatments. According to presented data in table 4 it could observe as seedlings' age had a very significant influence on chlorophyll accumulation to genotypes studied.

Table 2. The effect of barley varieties on average chlorophyll content (SPAD)

No.	Varieties	(SPAD	Significanc	No.	Varieties	SPAD	Significanc
1.	TAS	28.31	a	11.	Adi	26.38	de
2.	DH 254/10	27.95	ab	12.	Plaisant	26.37	de
3.	DH 260/12	27.89	ab	13.	Andrei	26.36	de
4.	LYRIC	27.71	ab	14.	Dana	26.32	e
5.	ORIZONT	27.65	ab	15.	Precoce	25.06	f
6.	DH 260/18	27.45	abc	16.	Dina	24.81	f
7.	REGAL	27.29	bc	17.	Secura	24.46	f
8.	GERBEL	27.19	bcd	18.	Mădălin	24.42	f
9.	DH 261/22	26.77	cde	19.	DH19/1	23.29	f
10.	Compact	26.6	cde				

LSD<sub>5%</sub>=0,87    LSD<sub>1%</sub>=1,15    LSD<sub>0,1%</sub>=1,48

Table 3. The effect of PEG concentration on the average chlorophyll content (SPAD) of barley seedlings

PEG solutions	SPAD	Relative values (%)	Difference / Significance	PEG solutions	SPAD	Relative values (%)	Difference / Significance		
V1 - Vo	26,48	26,63	99,44	-0,15	V2 - V1	26,55	26,48	100,26	0,07
V2 - Vo	26,55	26,63	99,70	-0,08	V3 - V1	26,08	26,48	98,49	-0,40 <sup>00</sup>
V3 - Vo	26,08	26,63	97,93	-0,55 <sup>000</sup>	V3 - V2	26,08	26,55	98,23	-0,47 <sup>000</sup>

LSD<sub>5%</sub>=0,28    LSD<sub>1%</sub>=0,36    LSD<sub>0,1%</sub>=0,46

Table 4. The effect of barley seedlings` age on average chlorophyll content (SPAD)

Seedlings age	SPAD	Rel. val. (%)	Difference/ Significance	Seedlings age	SPAD	Rel. val. (%)	Difference/ Significance		
10days-3days	24,80	25,96	95,53	-1.16 <sup>000</sup>	17days-10days	25,92	24,80	104,52	1.12 <sup>***</sup>
17days-3days	25,92	25,96	99,85	-0.04	24days-10days	29,07	24,80	117,22	4.27 <sup>***</sup>
24days-3days	29,07	25,96	111,98	3.11 <sup>***</sup>	24days-17days	29,07	25,92	112,15	3.15 <sup>***</sup>

LSD<sub>5%</sub>=0,40    LSD<sub>1%</sub>=0,53    LSD<sub>0,1%</sub>=0,67

From the point of view of seedlings' age influence on chlorophyll content (table 5) it observed that genotypes taken in study had different behavior during experimental period. Thus 3 days from stress induction to 'Tas' species registered the biggest chlorophyll content (28.23 SPAD), being followed by species 'Regal', line DH260/12, DH254/10, and the lowest chlorophyll content registered to 'Secura', DH19/1, 'Compact'. After 17 days from stress induction the highest chlorophyll content registered to line DH 260/12, 'Orizont', 'Tas', those being in the first places in top. In situation in which the hydric stress had activated a long period of time, 24 days, genotypes which accumulated a higher quantity of chlorophyll were the species 'Plaisant', 'Tas', 'Gerbel', and the lowest content registered to DH19/1, 'Dina'. Concerning the concentration influence of PEG on chlorophyll content it could be observed from table 6 that the biggest chlorophyll content registered to species 'Tas', 'Lyric', 'Regal', 'Orizont', and the lowest chlorophyll content registered to species 'Secura', 'Dina', 'Madalin', 'Precoce', 'Andrei', and DH19/1 line. Genotypes which registered a lower chlorophyll content had resulted to be more tolerant to drought action. Comparing the biologic material studied it could observe that different concentrations of PEG 6000 influenced in different way the analyzed genotypes. The chlorophyll content reduction in hydric deficit conditions could be caused by chloroplasts membranes destruction, the excessive inflation and distortion of vesicles lamella and also the appearance of some liquid drops (Kaiser et al., 1981). A reduced concentration of photosynthetic pigments could determine a direct reduction of photosynthetic potential and implicitly of production.

**Study regarding influence of osmotic stress upon chlorophyll content at some barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes**

**Table 5. Influence of seedlings` age on chlorophyll content SPAD in different varieties of barley**

Nr. Crt.	Varieties	3 days		10 days		17days		24 days		Sum ranks
		Average	Rank	Average	Rank	Average	Rank	Average	Rank	
1	Orizont	25,27	14	25,11	7	28,64	2	31,57	4	27
2	Dana	26,19	7	23,05	18	26,06	11	29,98	7	43
3	Precoce	26,47	6	23,49	16	23,18	17	27,10	16	55
4	Adi	25,95	9	26,09	5	24,92	13	28,57	13	40
5	Mädälin	26,14	8	20,96	19	23,87	15	26,73	17	59
6	Andrei	25,90	10	23,60	15	26,87	8	29,07	9	42
7	Regal	28,13	2	24,95	8	26,10	10	29,99	6	26
8	Compact	24,83	17	24,82	9	27,49	6	29,25	8	40
9	Gerbel	25,62	12	24,63	10	25,65	12	32,87	1	35
10	Lyric	26,74	5	26,74	3	26,52	9	30,83	5	22
11	Plaisant	25,24	15	23,97	13	24,57	14	31,72	3	45
12	Tas	28,23	1	24,63	11	28,34	3	32,04	2	17
13	Secura	23,56	19	23,15	17	23,03	18	28,08	15	69
14	Dina	25,11	16	24,29	12	23,35	16	26,48	18	62
15	DH19/1	23,98	18	23,72	14	21,95	19	23,49	19	70
16	DH 254/10	27,34	4	27,86	2	28,01	4	28,59	12	22
17	DH 260/18	25,35	13	27,95	1	27,98	5	28,55	14	33
18	DH 260/12	27,38	3	26,60	4	28,92	1	28,65	11	19
19	DH 261/22	25,81	11	25,52	6	26,95	7	28,79	10	34
		LSD 5%=1,74		LSD 1%=2,29		LSD 0,1%=2,93				

**Table 6. Influence of PEG concentration on chlorophyll content SPAD in different varieties of barley**

Nr. Crt.	Varieties	Vo		V1		V2		V3		Sum ranks
		Average	Rank	Average	Rank	Average	Rank	Average	Rank	
1	Orizont	27,06	7	28,91	1	27,53	10	27,09	10	28
2	Dana	26,44	13	23,99	18	27,65	8	27,20	8	47
3	Precoce	25,63	16	25,83	14	24,62	15	24,18	15	60
4	Adi	27,88	4	26,25	13	25,92	14	25,48	14	45
5	Mädälin	26,52	12	23,49	19	24,07	16	23,63	16	63
6	Andrei	26,63	10	26,36	12	26,45	13	26,00	13	48
7	Regal	27,02	8	27,24	7	27,68	6	27,23	6	27
8	Compact	26,34	14	25,49	16	27,50	11	27,06	11	52
9	Gerbel	26,58	11	26,66	8	28,17	2	27,35	4	25
10	Lyric	28,20	2	27,38	6	27,85	4	27,41	3	15
11	Plaisant	24,44	18	26,41	11	27,54	9	27,10	9	47
12	Tas	26,93	9	28,11	3	29,33	1	28,89	1	14
13	Secura	23,98	19	26,49	10	23,90	18	23,45	18	65
14	Dina	26,22	15	25,52	15	23,97	17	23,53	17	64
15	DH 19/1	24,80	17	24,52	17	22,14	19	21,70	19	72
16	DH 254/10	27,91	3	28,24	2	28,05	3	27,60	2	10
17	DH 260/18	27,40	6	27,52	5	27,67	7	27,23	7	25
18	DH 260/12	28,51	1	28,05	4	27,72	5	27,28	5	15
19	DH 261/22	27,59	5	26,65	9	26,71	12	26,12	12	38
		LSD 5%=0,64		LSD 1%=0,85		LSD 0,1%=1,08				

**Conclusions**

The modifying of osmotic pressure determined significant differences concerning the chlorophyll content; the content decrease of chlorophyll being proportional with osmotic pressure decrease. From the point of view of that indicator the species taken in study registered values between 23.29 SPAD to DH19/1 and 28.31 SPAD to 'Tas'. Line DH19/1 registered significant values inferior to others genotypes. It determined that seedlinds` age had a significant influence on chlorophyll accumulation to genotypes studied. Foreign genotypes ('Tas', 'Lyric', 'Gerbel') presented values of chlorophyll content relative bigger in comparison with

Romanian genotypes ('Andrei', 'Regal', 'Madalin', line DH19/1) in the investigated periods. That situation was established thanks to species 'Tas', 'Lyric', 'Gerbel' proceeding from regions with a climate most humid, and the ones Romanian were created for southern region of the country, where the drought was a very frequent phenomena. The results obtained had sustained the method of work usage, in quickly selection for drought tolerance in the first phases of amelioration process. The selection ending, might be completed with direct methods applying.

## References

- Akram N.A., Shahbaz M., Ashraf M. (2007). Relationship of photosynthetic capacity and proline accumulation with the growth of differently adapted populations of two potential grasses [*Cynodon dactylon* (L.) Pers. and *Cenchrus ciliaris* L.] to drought stress. Pak. J. Bot. 39 (3): 777-786.
- Anjun S.A., Xie X., Wang L., Saleem M.F., Man L. (2011), Morphological, Physiological and biochemical responses of plants to drought stress, African Journal of Agriculture Research Vol 6 (9), pp2026-2032.
- Chloupek O., Rod J. (1992). The root system as a selection criterion. Plant Breed. Abstr. 62:1337-1341.
- Ciulca S. (2006). Metodologii de experimentare in agricultură, Ed. Agroprint, Timisoara 2006
- Duvick D.N., 1997. Edmeads, G., M. Banzinger, H.R. Mickelson and C.B. Pena-Valdivia (Eds.). What is yield. In: Developing Drought and Low N-tolerant Maize, CIMMYT, El Batan, Mexico, ISBN: 968-6923-93-4 pp: 332-335.
- Kaiser W.M., Kaiser G., Schöner S., Neimanis S. (1981). Photosynthesis under osmotic stress. Differential recovery of photosynthetic activities of stroma enzymes, intact chloroplasts and leaf slices after exposure to high solute concentrations. Planta 153: 430-435.
- Kausar R., Athar H.R., Ashraf M. (2006). Chlorophyll fluorescence : A potential indicator for rapid assessment of water stress tolerance in Canola (*Brassica napus* L.) Pak. J. Bot, 38 (5): 1501-1509.
- Koorneef M., Alonso-Blanco C., Peeters A.J.M. (1997). Genetic approaches in plant physiology. New Phytol. 137: 1-8.
- Michael B.E., Kaufmann M.R. (1973). The osmotic potential of Polyethylene Glycol 6000. Plant Physiology 51: 914-916.
- Moustakas M., Ouzounido G., Lannoye R. (1993). Rapid screening for aluminium tolerance in cereals by use of chlorophyll fluorescence test. Plant Breeding 111: 343-346
- Parry M.A.J., Andralojc P.J., Mitchell R.A.C., Madgwick P.J., Keys A.J. 2003. Manipulation of Rubisco: the amount, activity, function and regulation. J. Exp. Bot. 54: 1321-1333.
- Parry M.A.J., Flexas J., Medrano H. (2006). Prospects for crop production under drought: research priorities and future directions. Ann. Appl. Biol. 147: 211-226.
- Quartacci M.F., Navarri Izzo F. (1992). Water stress and free radical mediated changes in sunflower seedlings. J. Plant Physiology 139:621-625.
- Turner N.C. (1997). Further progress in crop water relations. Adv. Agron. 58: 293-338.

## Aknowlegement

This work was published during the project "Postdoctoral School Of Agriculture And Veterinary Medicine", POSDRU/89/1.5/S/62371, co-financed by the European Social Fund through the Sectorial Operational Programme for the Human Resources Development 2007-2013.

sa2012\_0321





Section

## 4 Proceedings

Vegetable Growing, Ornamental, Aromatic and Medicinal Plants

47  
Hrvatski

7  
Međunarodni  
Sympozij  
Agronoma

### Zbornik radova

Povrćarstvo, ukrasno, aromatično i ljekovito bilje



# Histological differences between the leaves of spring and winter ecotypes of poppy (*Papaver somniferum*) varieties

Csilla JÁSZBERÉNYI, Dániel VARGA, Éva NÉMETH, Zsolt ERŐS-HONTI

Corvinus University of Budapest, Faculty of Horticultural Science, Villányi út 29-43., H-1118 Budapest, Hungary  
(e-mail: csilla.jaszberenyi@uni-corvinus.hu)

## Abstract

In this study it was sought for histological differences between the spring and winter ecotype of poppy varieties, under standard condition. The thickness of epidermis cells and the cuticle of leaves were measured under light microscope. It was observed that the overwintering genotypes had significantly thicker cuticle than the spring varieties, on both the abaxial and the adaxial sides of the leaves. Regarding the upper and the lower epidermis, differences between varieties were not found. Cuticle thickness may be related to cold tolerance and offers the possibility of a rapid screening for new winter poppy genotypes, what may facilitate the further breeding process.

Key words: epidermis, cuticle, abaxial, adaxial

## Introduction

Poppy (*Papaver somniferum* L.) is an important horticultural plant, because it not only has culinary values, but is also a medicinal plant – its capsule is utilized by pharmaceuticals and its seeds by food industry. Recently, two ecotypes of poppy are cultivated: spring ecotype (i.e. frost sensitive varieties) and winter poppy (frost tolerant varieties). In Hungary, both winter and spring ecotypes of poppy are grown on more than ten thousand hectares. In the Central-European region, a growing interest can be observed for winter poppy varieties, because of their higher and more stable yields. Although spring ecotypes possess enhanced frost tolerance in the leaf rosette stage, these varieties are generally killed or severely damaged by the winter frosts.

Breeding has been started to establish new, frost tolerant genotypes. Although former studies suggested that chiefly soluble sugar (glucose, fructose, sucrose) accumulation can be the marker of the tolerance, such histological adaptations that can be related to the cold tolerance of winter poppy varieties would be useful for a rapid screening for new winter poppy genotypes and facilitate the further breeding work.

It is well known that physiological and morphological changes eventuate in plants grown at low temperatures (Boese and Huner, 1990). In case of winter cultivars of wheat Equiza et al. (2001) observed relatively smaller root system, lower stomatal frequency and increased epidermal cell wall thickness at low temperature (5°C), relative to the spring cultivars. Stefanowska et al. (1999, 2002) found in case of winter oilseed rape, that low temperature results changes in the dimension of mesophyll cells and increase in the thickness of leaf cell walls during cold acclimation.

The histological background of cold stress adaptation of the poppy is poorly understood. Dai et al. (2004) have analysed the main anatomical and surface characteristics of leaves of *Papaver croceum* from high altitude cold habitats (at geographical elevation of 3600 m and 2500 m). According to their results on this species, the individuals living at different elevations showed difference concerning their leaf thickness, the shape of the epidermis cells, the stomatal size and the stomatal density. Rahmatpour et al. (2010) compared several species of wild poppy in virtue of morphological and anatomical adaptations. Their results indicated significant difference in epidermis and cuticle thickness and confirmed the variability of the species according to their habitats.

Investigating the histological differences between the ecotypes of different varieties is not a searched issue, thus it is poorly understood. The aim of our study was to find anatomical differences between the winter and spring ecotypes of poppy, in order to enhance the breeding in the future in the process of screening for cold resistant varieties.

## Materials and methods

### Sample taking

The examination was carried out at the research field of the Department of Medicinal and Aromatic Plants of Corvinus University of Budapest, in 2011. The experimental area is located in the south-eastern part of Budapest, at geographical elevation of 100-150 m. The soil is light sand, with low (0.2-0.4%) organic content, humus content is 1.5%, nitrogen and phosphorous levels are medium, it is properly supplied with potassium.

The experimental genotypes of poppy were as follows (all registered varieties): 'Ametiszt', 'Medea', 'Korona', 'Tebona' varieties represented the spring ecotype and 'Zeno', 'Kozmosz', 'Leila' cultivars of the winter poppy. In each plot, seeds were sown by hand into open field at the end of September 2010. The plots were of 10 m<sup>2</sup> extension, and 3 replications were made. During the vegetation period, the usual poppy agrrotechnics was applied. Samples were collected on 23th May, 2011.

### Microscopic analysis and statistics

Leaves were cross sectioned at the basal portion in the lamina (through the midrib) using a freezing microtome (Leitz Wetzlar). For the measurements all the chosen leaves were of the same stage of maturity. The anatomical features of the 25-30 µm thick sections were studied under a light microscope (Zeiss, Axio Imager A2) with dark-field illumination. Thickness of adaxial and abaxial epidermis cells and cuticle thickness of both epidermis layers were measured. All the measurements and the image documentation were carried out with the Axion Vision 4.8 software. For each variety 30 different measured data of the leaves were documented.

Descriptive statistics, multivariate of variance analysis and t-tests were calculated with the PASW Statistics 18 software.

## Results and discussion

### Epidermis thickness of the poppy varieties

Among the spring ecotype varieties 'Ametiszt' had the thickest (37.4 µm), and 'Tebona' had the thinnest adaxial epidermis (33.7 µm) (Figure 1). According to the statistics 'Ametiszt' differed significantly from the others, while the other three varieties did not differ. In case of the abaxial epidermis other trends were found. 'Medea' had significantly the thickest epidermis (37.8 µm) compared to the others, while 'Korona' had the thinnest one (31.6 µm). Nevertheless, only 'Medea' had thicker epidermis on the abaxial than on the adaxial side (Figure 1).

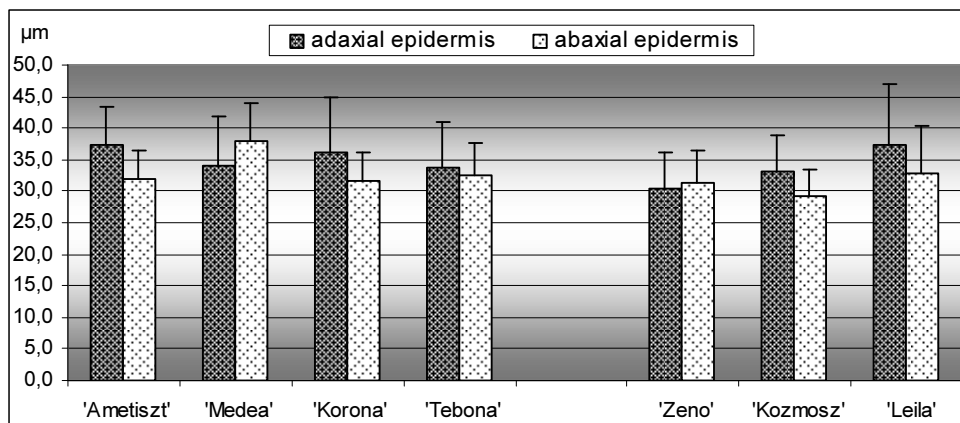


Figure 1. The thickness of adaxial and abaxial epidermis of the different varieties

### Histological differences between the leaves of spring and winter ecotypes of poppy (*Papaver somniferum*) varieties

In case of winter poppy varieties the thickness of adaxial epidermis changed as follows: 'Zeno' had the thinnest epidermis (31.4  $\mu\text{m}$ ) and 'Leila' had the thickest one (32.8  $\mu\text{m}$ ). The latter difference was proven as significant by the statistical analysis. 'Leila' had the thickest abaxial epidermis also and 'Kozmosz' had the thinnest one, but there weren't any significant difference between them (Figure 1).

#### Cuticle thickness of the poppy varieties

Among the varieties of the spring ecotype, 'Tebona' had significantly the thickest adaxial cuticle (6.9  $\mu\text{m}$ ), while the thinnest cuticle was observed in case of 'Medea' (5.0  $\mu\text{m}$ ) (Figure 2). Regarding the abaxial cuticle, 'Korona' had the thickest (8.6  $\mu\text{m}$ ) and 'Ametszt' the thinnest (5.9  $\mu\text{m}$ ) cuticle, with a statistically proven significant difference between them. In case of each variety, the abaxial cuticle was significantly thicker than that of the adaxial side.

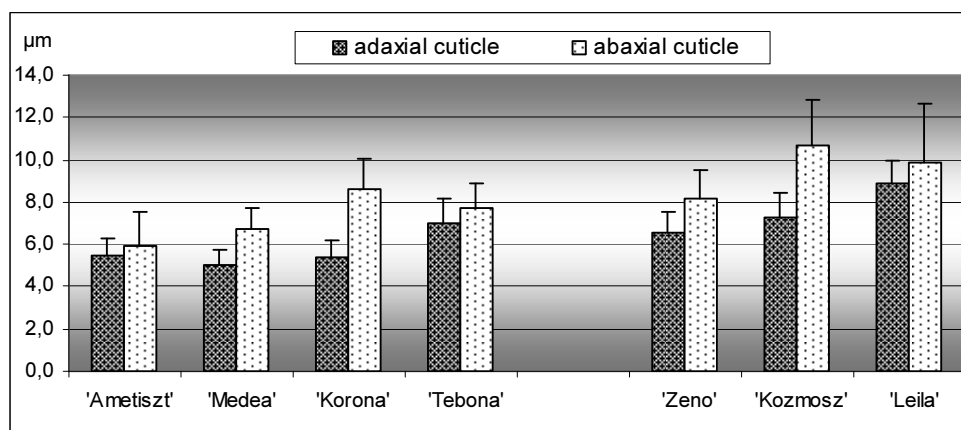


Figure 2. The thickness of adaxial and abaxial cuticle of the different varieties

Table 1. Significant differences between the varieties in adaxial (upper, right) and abaxial (lower, left) cuticle (\* indicates the significant difference between the varieties at the level of  $p \leq 0,05$ )

	abaxial	'Ametszt'	'Medea'	'Korona'	'Tebona'	'Zeno'	'Kozmosz'	'Leila'
adaxial								
'Ametszt'		///		*	*	*	*	*
'Medea'			///	*		*	*	*
'Korona'				///			*	
'Tebona'		*	*	*	///		*	*
'Zeno'		*	*	*		///	*	*
'Kozmosz'		*	*	*			///	
'Leila'		*	*	*	*	*	*	///

In case of the winter poppy varieties, the thickest adaxial cuticle was found on 'Leila' (8.8  $\mu\text{m}$ ) and 'Zeno' had the thinnest one (6.5  $\mu\text{m}$ ). Concerning the abaxial side, 'Kozmosz' had the thickest (10.7  $\mu\text{m}$ ) and 'Zeno' had the thinnest cuticle (6.5  $\mu\text{m}$ ) (Figure 2, Table 1).

#### Comparison of spring and winter ecotypes

Considering the mean values of both ecotypes, calculated from all measured data of the varieties it was found that the mean thickness of adaxial and abaxial epidermis (35.3 and 33.5  $\mu\text{m}$ , respectively) appear to be thicker in case of the spring ecotype compared to the winter poppy (33.6 and 31.1  $\mu\text{m}$ ). However, the statistical analysis did not prove significant difference (Table 2). Nevertheless, in case of cuticle thickness

significant difference was found between spring ecotype and winter poppy varieties, both on the adaxial and the abaxial side. The abaxial cuticle was thicker (9.6  $\mu\text{m}$ ) than the adaxial one (7.6  $\mu\text{m}$ ).

Accordingly, cuticle thickness can be a predictive characteristic of frost tolerant genotypes. On the contrary, thinner cuticle is not necessary related to intolerance, because the winter poppy 'Zeno' did not differ significantly from the spring ecotype varieties: 'Tebona' and 'Korona' (Figure 2, Table 1).

**Table 2. The mean values of epidermis and cuticle thickness of different ecotypes ( $\mu\text{m}$ )**

Ecotypes	Adaxial				Abaxial			
	Epidermis		Cuticle		Epidermis		Cuticle	
	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.
Spring ecotype varieties	35.3 A	7.6	5.7 A	1.2	33.5 A	5.7	7.2 A	1.7
Winter poppy varieties	33.6 A	7.8	7.6 B	1.4	31.1 A	6.0	9.6 B	2.4

The leaves of *Papaver somniferum* L. adapt to environmental conditions, thus anatomical changes appeared in tissue structure of the mesophyll as well as of the epidermis. Environmental effects (e.g. light) affect the leaves from both sides, whereby abaxial epidermis appear to be similar to the adaxial epidermis, while the mesophyll of poppy leaves is isolaral. It is in agreement with Stefanowska et al. (1999, 2002), who found changes as well in the dimension of mesophyll cells of winter oilseed rape resulted by low temperature.

## Conclusions

Significant difference between the cuticle thickness in varieties of spring ecotype and winter poppy were observed, which means that the genotypes able to overwinter have thicker cuticle than the spring varieties. This difference occurred both on the abaxial and the adaxial sides of the leaves, as well. However, regarding the epidermis thickness, there was no statistically proven deviation between the ecotypes. It can be concluded that cuticle thickness may be related to cold tolerance and as a predictive adaptation offers the possibility of a rapid screening for cold tolerant new winter ecotypes of poppy and facilitate the further breeding work.

## References

- Boese S.R., Huner N.P.A. (1990). Effects of growth temperature and temperature shifts on spinach leaf morphology and photosynthesis. *Plant Physiol.* 94: 1830-1836.
- Dai Y., An L., Xu S. (2004). Comparative study on characteristics of leaf structure of *Papaver croceum* Ldb. (*Papaveraceae*) in two altitudes habitat at cold regions. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica* 24(3): 495-503.
- Equiza M.A., Miravé J.P., Tognetti J.A. (2001). Morphological, anatomical and physiological responses related to differential shoot vs. root growth inhibition at low temperature in spring and winter wheat. *Annals of Botany* 87: 67-76.
- Rahmatpour N., Attar F., Zamani A., Najafi A.A. (2010). Comparative anatomy in some species of *Papaver* L. (*Papaveraceae*) in Iran as taxonomical implication. *Iran. J. Bot.* 16(2): 282-292.
- Stefanowska M., Kuras M., Kubacka-Zebalska M., Kacperska A. (1999). Low temperature affects pattern of leaf growth and structure of cell walls in winter oilseed rape (*Brassica napus* L. var. *oleifera* L.). *Annals of Botany* 84: 313-319.
- Stefanowska M., Kuras M., Kacperska A. (2002). Low temperature induced modifications in cell ultrastructure and localization of phenolics in winter oilseed rape (*Brassica napus* L. var. *oleifera* L.). *Annals of Botany* 90: 637-645.

## Acknowledgement

This study was supported by the TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0005 grant.

sa2012\_0401

# Effect of direct cover on sweet corn morphology

Ferenc OROSZ<sup>1,2</sup>, Katalin SLEZÁK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Sapientia, Faculty of Technical and Human Sciences, Department of Horticulture, 540485, Targu Mureş, Şos. Sighişoarei 1C, Romania  
(e-mail: oroszferenc67@gmail.com)

<sup>2</sup>Corvinus University of Budapest, Faculty of Horticultural Science, Department of Vegetable and Mushroom Growing, Menezi u. 44, 1118 Budapest, Hungary

## Abstract

In our trial we compared the effect of propagation time and floating cover on the growing season on yield and some valuable properties of sweet corn. The following technological variations were compared with the help of the variety Spirit (normal sweet, very early ripening): 1. direct seeded plants with floating cover (with 2 sowing dates); 2. direct seeded plants without cover (with 2 sowing dates). The application of direct seeding and floating covering (P2) early propagation time, increased the earliness by 7 days in respect of the total growing period as compared to the treatment without cover (P1). The covering and earlier sowing time had a negative influence on cob size, but this diminishment did not influence cobs marketability, whereas in case of depth of seeds we observed an positive effect. Covering the seedlings in the early season was clearly beneficial for frost protection, as the floating cover provided protection for plants against mild frost. The combination of earlier seeding time and floating cover results 14 day earlier harvest as compared to the traditional technology (P3).

Key words: sweet corn, propagation time, vlies covering

## Introduction

Based on its present growing area, the sweet corn is the vegetable which is grown on the greatest area in Hungary. After dates of Hungarian Fruit & Vegetable Interprofessional Organization in 2003 the growing area was about 38,000 hectares. After 2003 followed a suddenly and sharp decline, so in 2005 the growing area was “just” 24,000 hectares. After diminishing, the crop returned in rise, from 2006 against over 30,000 hectares.

As early as in the beginning of the 20<sup>th</sup> century some researchers (Cserhádi, 1901) highlighted the importance of the sowing date. Ripening can occur earlier when sowing earlier and using high quality seeds as compared to normal or late sowing. I'só (1969) and Pásztor (1966), after their multi-year sowing date trial, concluded the following: in the case of an earlier sowing seed germination will be more protracted, but from the point of view of fruit maturing it was more favourable than late sowing.

Also I'só and Szalay (1966, 1969) were studied occur of maize generative phenophases. They concluded, that by earlier sowing germination will be more protracted, but silking and harvesting occur sooner than by lately sowing time. After multi-year trial Berzsenyi et al. (1998) have studied the effect of different sowing times on maize development. They concluded the following: a 3 weeks lately sowing time delay one week occur of silking time.

Several techniques are known in the art for the purpose of early fresh market shipments: seedling growing or direct seeding with temporary plant cover (Kurucz, 1998, Hodossi, 2004). Direct seeded sweet corn under vlies cover showed earlier ripening and gave better yields in the experiments of Kassel (1990). The plots under vlies cover reached harvest maturity 12 days earlier as compared to the plots with no cover. In case of direct seeding, as propagation method, another earliness increasing solution is the temporary covering with plastic or vlies, used in different combinations. This method reaches about 7-10 days earliness (Hodossi and

Kovács, 1996). About the covered early sowing as a technological variation Aylswirth (1986) mentioned, that from an early sowed crop, made in first week of April, arranged in twin rows (42cm) and covered by plastic, we could harvested marketable cobs by the fourth of July.

### Material and methods

The experiment was set up in 2007 on an area equipped for irrigation at the Experimental Farm of the Faculty of Horticulture of the Corvinus University of Budapest. The results of the analysis of the soil sample collected at the beginning from the trial area prior to direct seeding are presented below:  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  8,03; salt(%) = 0,035; humus(%) = 1,31;  $\text{P}_2\text{O}_5$ (ppm) = 293;  $\text{K}_2\text{O}$ (ppm) = 205;  $\text{CaCO}_3 < 1$ .

The test variety was Spirit, a normal sweet corn with a very early growing period (85 days). The following treatments were applied during the experiment: P1= uncovered direct seeded (Apr 4<sup>th</sup>); P2 = covered direct seeded (Apr 4<sup>th</sup>); P3 = (control), uncovered direct seeded (Apr 19<sup>th</sup>); P4 = covered direct seeded (Apr 19<sup>th</sup>).

By both sowing times (Apr 4<sup>h</sup> and Apr 19<sup>th</sup>) a part of the stand was covered with Novagryl floating row cover having a weight of 19 g/m<sup>2</sup> at the two propagation times (direct seeding and planting out) in order to enhance earliness. The floating row cover was removed on May 11<sup>th</sup>. The stand was created to contain 60,607 plants per hectare, according to the recommendations of the owner of the variety, at a spacing of 110+40x22 cm in twin rows. Each plot had an area of 6x7m (8 parallel rows and 30 seeds sown in each row). The edge was the outer two rows of the 8 rows of the plot, respectively. Number of replications: 4.

Fertilization was done by top dressing with N. No farmyard manure was applied. The area received one herbicide application (May 5<sup>th</sup>, at a dose of Clio 0.15 l/ha+Stomp 3.3 l/ha+Dash 1.1 l/ha) and one mechanical weed control treatment (June 12<sup>th</sup>). A pesticide application took place on May 23<sup>rd</sup>, using Decis (0.15 l/ha). The harvest was carried out in two passes.

During the experiment, we studied plant growth rates and recorded the time of the occurrence of the major phenological stages. For this purpose, we carried out regular observations (every 3 to 5 days) according to the following:

- beginning of seed emergence (appearance of first germs),
- appearance of tassels (in 50% of the plants),
- beginning of tasseling (pollen shed has begun on the axes of tassels),
- 50% silking (silks have reached a length of 2 cm on half of the ears),
- "milky stage" (harvest).

During harvest the ears, together with the husks, were collected from the four central (two twin) rows. After that 20 ears of average appearance were selected from each row and the following measurements were carried out: unhusked ear weight (grams), total ear length (cm), depth of seeds. The treatment P3 was regarded as the control. The time of direct seeding, as commonly used in production, was Apr 20<sup>th</sup>, with no cover.

The statistical analysis of the results was carried out by using the programme MiniStat 3.3. When the standard deviations were identical the mean values were compared by pairs using the Tukey-Kramer test, while in the case of the non identical standard deviations the means were compared using the Games-Howell test (Vargha, 2000).

### Results and discussion

Table 1. is illustrated the times of the appearance of the first seedlings, as well as the number of days elapsed from the date of direct seeding to the different phenological stages.

It can be observed that the time of germination in the treatment sown at the first sowing date and having no cover had 3 days delay as compared to the germination time of the covered treatment. In the case of the plants sown at the second sowing date the emergence was 2 days earlier compared to control treatment.

The absolute growing season (measured in days) was the shortest by P4 treatment respectively 73 days, i.e. the corns became ready for harvest 7 days earlier than those of P3 (control), which were propagated at a time, around Apr 20<sup>th</sup>, and in a way according to the existing practice of production (by direct sowing).

We observed that in case of the early seeded treatment (P2, covered) the tassels appearance was earlier with 3 days as by in the same time seeded (P1, uncovered) treatment. The five days difference between these two



## Effect of direct cover on sweet corn morphology

treatments increased until harvesting to 7 days as earliness. The tassels appearance in case of (commonly used in production, uncovered) P3 treatment, compared to P4 (in the same time sowed and covered) treatment, delayed with 10 days. At harvesting time this advantage, in developing, of P4 treatment diminished to 7 days. The stigma appearance by two weeks later sowed, uncovered P3 treatment occurred 3 days later as in case of early sowed, uncovered P1 treatment.

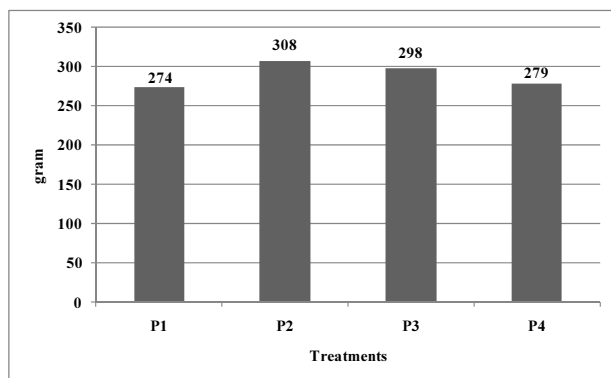
Compared the harvesting date of P2-P4 treatments we found a 7 days difference, such as in references. One of the major characteristics in connection with yield rating, unhusked ear weight, are summarised in Figure 1.

**Table 1. Time of emergence and the rhythm of generative phenophases (in days)**

Treatments	Emergence of sowing	Tassels appearance by 50%	Tasseling	Stigma appearance by 50%	Startging harvest
P1 (IV.4)	9. day (IV.13)	51. day (V.25)	54. day (V.28)	64. day (VI.7)	88. day (VII.2)
P2 (IV.4)	6. day (IV.10)	48. day (V.22)	51. day (V.25)	59. day (VI.2)	81. day (VI.25)
P3 (IV.19) control	9. day (IV.28)	54. day (VI.12)	57. day (VI.15)	61. day (VI.19)	80. day (VII.9)
P4 (IV.19)	7. day (IV.26)	44. day (VI.2)	47. day (VI.5)	54. day (VI.12)	73. day (VII.2)

Analysing the data measured for unhusked ear yield, we saw that the average weight of the ears of the treatment P1 was significantly (at  $p < 0.01$  level) lower as compared to the treatments P2 and as well as to the treatment P3 (control).

The greatest average unhusked ear weight was measured with by ears of the P2 (earlier sowed, covered) treatment. Though there was some difference between the plants of the treatments P2 and P3 (control) in unhusked ear weight, statistically it was not significant.



**Figure 1. Unhusked ear weight (g)**

The average values of total ear length are summarised on Figure 2.

In case of total ear length, the highest values were measured by ears of P4 (later sowed, covered) treatment. The difference was statistically significant (at  $p < 0.01$  level) among the other treatments. Among the other treatments ear length were measured some differences, but statistically we couldn't demonstrate any significance.

From customer viewpoint depth of seeds is an important parameter and the measured average results are presented on Figure3.

The greatest average values were measured by the (lately seeded, covered) P4 treatment. The depth of seeds results by treatment P4 was significantly higher as P3 (control) treatment (at  $p < 0.01$  level), as well as higher than P1 and P2 treatments results but not significantly. The lowest values were measured by P3 (control) treatment, results which were proved significant (at  $p < 0.01$  level), compared to the other treatments.

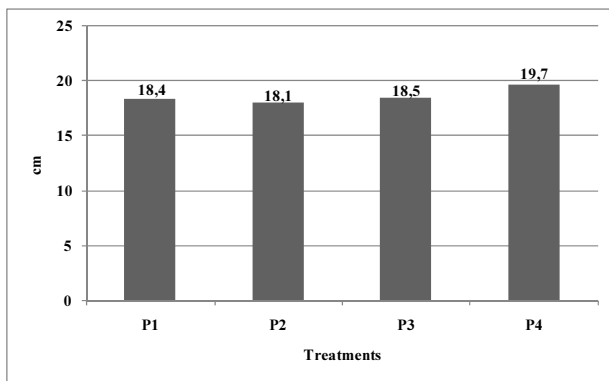


Figure 2. Total ear length (cm)

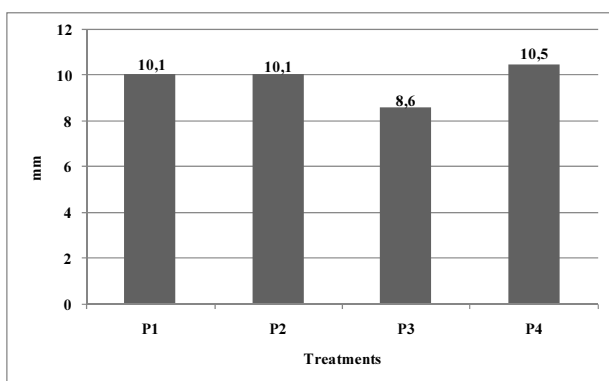


Figure 3. Depth of seeds (mm):

### Conclusions

The technology with earlier time, direct seeding and floating row cover, in the case of the variety Spirit, resulted in 3 day earliness in germination and 7 day earliness in the total growing period, compared to the uncovered treatment, in 2007.

The technology with commonly used time, direct seeding and floating row cover, resulted 2 days earliness in germination and 7 days earliness in the total growing period, compared to the uncovered treatment, in 2007.

The unhusked ear weight presented the greatest results in case of early sowed, covered P3 treatment.

In case of ear length, as an important marketable parameter, the effect of floating row covering was ambiguous. The later sowed, covered (P4) treatment has the greatest-, the early sowed, covered (P2) treatment has the smallest average results.

From customer viewpoint important parameter, depth of seeds, the later seeded and covered treatment (P4) presented the better results, in 2007.

### References

- Aylswirth J. D. (1986). Harvest sweet corn by the fourth. *American Vegetable Grower*, 34. 2: 37-38 p.
- Berzsenyi Z., Ragab A. Y., Dang Q. L. (1998). A vetésítő hatása a kukoricahibridek növekedésének dinamikájára 1995-ben és 1996-ban. *Növénytermelés*, 47. 2: 165-180 p.
- Cserhádi S. (1901): Általános és különleges növénytermelés. II. kötet, Magyaróvár, 527 p.
- Hodossi S. (2004). Csemegekukorica. In Hodossi S. – Kovács A. – Terbe I. (ed.): *Zöldségtermesztés szabadföldön*. Mezőgazda Kiadó, 340-348 p.

## Effect of direct cover on sweet corn morphology

- Hodossi S., Kovács A. (1996). A koraiság javításának jelentősége és lehetőségei a csemegekukorica termesztésben. *Hajtatás, korai termesztés*, 27. 3: 11-13 p.
- Író I. (1969). Kísérletek a kukorica korai vetésével (1965-1968). In: *Kukoricatermesztési kísérletek 1965-1968.* (ed. Író I.). Akadémiai Kiadó, 248-255 p.
- Író I, Szalay D. (1966). Egyedfejlődési vizsgálatok a kukorica vetésidő kísérletekben. In: *Kukoricatermesztési kísérletek 1961-1964.* (ed. Író I.) Akadémiai Kiadó, 233-239 p.
- Író I, Szalay D. (1969). Egyedfejlődési vizsgálatok a kukorica vetésidő kísérletekben. In: *Kukoricatermesztési kísérletek 1965-1968.* (ed. Író I.) Akadémiai Kiadó, 237-247 p.
- Kassel, L.V.G. (1990). Direktaussaat von Zuckermais unter Vlies. *Gemüse*. 26. 7:350 p.
- Kurucz M. (1998). Palántázott és takart csemegekukorica. *Kertészet és szőlészet*, 47. 11: 7 p.
- Pásztor K. (1966). A vetésidő és a vetésmélység hatása a kukorica termésére. In: *Kukoricatermesztési kísérletek 1961-1964.* (ed. Író I.). Akadémiai Kiadó. Budapest, 240-251.
- Vargha A. (2000). *Matematikai statisztika.* Pólya Kiadó, Budapest.

**sa2012\_0402**

# Effect of nitrogen fertilization on yields and nitrogen agronomic efficiency of onion

Martina BAVEC, Dejan JAKOP, Silva GROBELNIK MLAKAR, Franc BAVEC

Faculty of Agriculture and Life Sciences, Pivola 10, 2311 Hoče, Slovenia  
(e-mail: martina.bavec@uni-mb.si)

## Abstract

Nitrogen (N) is the most important nutrient affecting onion quantity and quality, with impacts on environment. Different rates (0, 60, 120, 180, 240 and target value 170 kg N ha<sup>-1</sup> - Nmin in soil) of N using slow-release mineral N fertilizer ENTEC<sup>®</sup> 26 and calcium ammonium nitrate (CAN) were examined in two years of field experiments in northeast Slovenia. Due to high Nmin before sowing in 2006 and 2007 (65 and 126 kg ha<sup>-1</sup>, respectively) and content of humus (2.5 and 2.9%, respectively), yields were not affected by N rates. Fertilizing with 60 kg N ha<sup>-1</sup> was sufficient to produce 34 t ha<sup>-1</sup> of onions, with > 45% of the marketable yield in the first quality class. Higher rates increased residual Nmin at harvest and led to environmental threats and lower N agronomic efficiency. Slow-release N fertilizer ENTEC<sup>®</sup> 26 performed no better than CAN.

Key words: *Allium cepa* L., ENTEC<sup>®</sup> 26, CAN, Nmin, integrated production

## Introduction

Among all nutrients, nitrogen (N) is the most important and also the most limiting to crop production. Efficient N use is important for the economic sustainability of cropping systems (Fageria and Baligar, 2005), and especially in vegetable production there is also a threat of negative environmental effects (Bavec and Bavec, 2002). Excessive use of N fertilizers is a concern, since large amounts of N can remain in the soil after crop harvesting (Neeteson et al., 1999). In a temperate climate, usually ≤ 50% of N applied is effectively used by plants, while a considerable part is lost by leaching and contaminates ground and surface waters (Fageria and Baligar, 2005). There are several possibilities for improving crop production with added N and causing less environmental damage: firstly, conversion to organic agriculture with the prohibition of mineral N fertilizers and their replacement with organic N-fertilizers (Bavec et al., 2006; Lee, 2010; Manojlović et al., 2010); and secondly, improving conventional agriculture, i.e. using new types of fertilizers with a slow release of N in integrated crop management (Pasda et al., 2001, Bavec and Bavec, 2002). A long-term comparison of two crop rotations with integrated and organic production of field vegetables showed that average soil mineral N (Nmin) values at harvest were three times higher in integrated crop rotation compared to organic (Ortner, 2009). For integrated vegetable production different types of mineral N fertilizers are also recommended, i.e. with long-term effects based on inhibition of nitrification (IPZ-TN, 2009). Slow/controlled release fertilizers play an important role in improving fertilizer use efficiency by plants and reducing the frequency of fertilization, mitigating environmental pollution and developing sustainable agriculture. The technologies to slow and control the nutrient release from fertilizers are a new topic in fertilizer studies. In recent years, research on slow and controlled release fertilizers has mainly focused on regulating N-release fertilizers (Zhao et al., 2010). The use of nitrification inhibitors (NI) in combination with N fertilizers offers several environmental advantages compared to conventional N fertilizers – N losses by nitrate leaching and the volatilization of N compounds are notably reduced (Pasda et al., 2001). After harvesting of onions from integrated vegetable production in Slovenia, Nmin was 64–331 kg ha<sup>-1</sup> (Bavec and Bavec, 2002); however, the acceptable level is ≤ 60 kg ha<sup>-1</sup> in the soil to a depth of 0.6 m (IPZ-TN 2009). Using the fertilizer ENTEC<sup>®</sup> 26 with NI can increase crop yield, by up to 1 t ha<sup>-1</sup> for several crops in Germany including onion (Pasda et al., 2001), and white cabbage in Poland (Kołota and Adamczewska-Sowińska,

2009). However, the best source of N for onion grown from sets for early cropping was ammonium sulphate, which provided higher yields than ENTEC<sup>®</sup> 26 or ammonium nitrate (Biesiada and Kołota, 2009); for red beet and celery the ENTEC<sup>®</sup> 26 was an equally valuable source of N to ammonium nitrate and calcium nitrate, and more efficient than ammonium sulphate. The important advantage of ENTEC<sup>®</sup> 26 is a considerable reduction in nitrate accumulation in red beet grown for bunches and in celery roots (Kołota et al., 2007). Intensive N uptake by plants may result in high nitrate accumulation in the crop (Rahn, 2002; Atanasova, 2008), affect yield quality and, in the case of onions, increase storage losses (Zeka et al., 2009). Using CAN (calcium ammonium nitrate) fertilizer caused more rotted bulbs (33.7%) compared to ENTEC<sup>®</sup> 26 (30.5%) after five months storage of onions in a controlled atmosphere; however, there were no significant differences in N rates, although at the highest rate of 240 kg N ha<sup>-1</sup> there were 35.8% rotten bulbs compared to 26.9% for non-fertilized treatments (Bavec et al., 2010). The aim of this study was to examine the effect of a fertilizer with NI (ENTEC<sup>®</sup> 26), compared to a commonly used fertilizer (CAN) on yield and quality of onions, on N agronomic efficiency, and on the amount of N residues after harvest.

### Materials and methods

In years 2006 and 2007 a field experiment was conducted on onion (*Allium cepa* L.) cv. Daytona F<sub>1</sub> on sandy soils in northeast Slovenia with two N-fertilizers: CAN (calcium ammonium nitrate) and ENTEC<sup>®</sup> 26 (3,4-dimethylpyrazole phosphate nitrification inhibitor) at six levels of fertilization treatment (0, 60, 120, 180, 240 and target value 170 kg N ha<sup>-1</sup> – N<sub>min</sub> in soil). Experiment was set as a two-factor experiment, in a randomized block design with four replications. Plot size was 8.4 m<sup>2</sup> with three double-rows 0.07 m apart and 0.4 m between the double rows, but only the two middle rows (area 2.8 m<sup>2</sup>) were harvested. Distance between plants in the row was 0.06 m and sowing density was 83.3 seeds m<sup>-2</sup>. Prior to the experiment, sweet pepper and potato were grown in 2005 and 2006, respectively. Fertilization with P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (fertilizer Hypercorn with 26% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) and K<sub>2</sub>O (fertilizer KCl with 60% K<sub>2</sub>O) was based on soil analysis and demands of onions. Furthermore, the humus content was 2.5 and 2.9% and pH in KCl was 4.6 and 5.1, in 2006 and 2007, respectively. Before soil tillage, 1600 and 1200 kg ha<sup>-1</sup> CaCO<sub>3</sub> was applied in 2006 and 2007, respectively. N was given in equal doses three times (before sowing in the end of March, one month after sowing at the beginning of May and in the late of July). N<sub>min</sub> measurements (Wehrmann and Scharpf, 1986) were done before sowing at the end of March (65 and 126 kg ha<sup>-1</sup> N<sub>min</sub> in 2006 and 2007, respectively) and after harvesting at the end of September as a combined sample of four replications for each treatment. For added amounts of N, the agronomic efficiency (AE) of applied N was calculated according to Ercoli et al. (1996). AE was expressed in kg of yield per kg N added by fertilizer and calculated as follows:

$$AE = (Y_F - Y_0)/N_a$$

Where: Y<sub>F</sub> is yield of fertilized plot, Y<sub>0</sub> is yield of non-fertilized plot, and N<sub>a</sub> is N added by fertilizer.

Manual harvesting was done when approximately 50–60% leaves dropped; on 12 and 26 September in 2006 and 2007, respectively. Yields were measured a few days after harvesting, when onions were dried on the field surface. The total yield from each plot was sorted into sizes on a sorting machine originally used for potato. Three categories of yield quality were measured: marketable yield of first-class onions with bulb diameter > 0.045 m, marketable yield of second-class onions of diameter 0.025–0.045 m, and non-marketable yield with diameter < 0.025 m or other unusable onions (e.g. rotten, damaged).

Table 1. Monthly and long-term averages of precipitation (P; mm) and temperature (T; °C) in the vegetation period 2006 and 2007

	Period	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Sum P/ Average T
P (mm)	2006	44	103	168	103	67	184	38	707
	2007	87	3	61	74	99	112	181	617
	1971–2000	49	60	73	98	105	105	76	563
T (°C)	2006	4.2	11.2	14.9	19.3	22.3	17.5	16.2	15.1
	2007	7.3	12.2	17.0	21.1	22.2	19.9	13.4	16.6
	1971–2000	4.8	9.7	14.5	17.6	19.2	18.3	14.7	14.1

Data were analyzed by ANOVA using the Statgraphics® Centurion XV program (Statgraphic, 2005), followed by least square means comparisons after Duncan. In both years precipitation exceeded the 30-year average (Table 1), especially before harvesting in August (2006 and 2007) and in September 2007. However, in the first part of growing period in 2007 irrigation was needed, and 170 mm of water was supplied in nine rations of 15 or 20 mm each. In both years, temperatures exceeded the long-term average.

## Results and discussion

Production year significantly affected onion yields (Table 2). Although whole yield was significantly higher in 2006 than 2007 (12.6 and 11.1 kg 2.8 m<sup>-2</sup>, respectively) there were no differences in marketable yields due to the higher precipitation at the end of the growing season in August 2006 (Table 1). This was the main reason for significantly more non-marketable yield in 2006 (29%) and the lower share of first-class onions compared to 2007 (25 and 62%, respectively).

There were no significant differences among investigated fertilizers (i.e. CAN and ENTEC® 26). N rates did not significantly affect total yield, yield of first-class onions and non-marketable yield. Added N significantly increased marketable yield and yield of second-class onions compared to non-fertilized treatment, but increased N fertilizer had no significant effect (Table 2). The reason was likely the substantial amounts of N<sub>min</sub> in 2006 and 2007 (65 and 126 kg ha<sup>-1</sup>, respectively) in the soil (to a depth of 0.6 m) before sowing and also the favourable weather conditions (Table 1) for N mineralization in soils with 2.5 and 2.9% of humus, respectively. ANOVAs performed separately for each year (data not presented) showed significantly lower yields of non-fertilized treatments only in 2006 and significantly more non-marketable yield. Among other treatments there were no differences. There were no significant differences among all investigated treatments during 2007. The present results showed that application of 60 kg N ha<sup>-1</sup> was sufficient for onion yield of around 35 t ha<sup>-1</sup> - the yield of about 10 t ha<sup>-1</sup> above the average of Slovene onion yield (SURS, 2008).

Significant differences obtained in almost all parameters measured in 2006 and 2007 (Table 2) might be due to high N<sub>min</sub> at the start of the respective growing periods (65 and 126 kg ha<sup>-1</sup>) and differences in N<sub>min</sub> residuals at harvest (149.5 and 89.1 kg ha<sup>-1</sup>), but also due to weather conditions (Table 1). High N supply at harvesting time in 2006 almost doubled the share of non-marketable yield compared to 2007 (29 and 15%, respectively). N<sub>min</sub> residues were < 60 kg ha<sup>-1</sup> only in the control treatment; all others were > 60 kg ha<sup>-1</sup> (Table 3).

Table 2. Total (TY), marketable (MY) and non-marketable (NM) onion yield (kg 2.8 m<sup>-2</sup>)

Treatment		TY	MY1	MY2	MY	NM	% of NM
Y		**	**	**	ns	**	
F		ns	ns	ns	ns	ns	
R		ns	ns	**	*	ns	
Significant interactions		-	Y × R	-	Y × R	Y × R	
Year	2006	12.4a	3.2b	5.5a	8.7	3.6a	29
	2007	10.7b	6.9a	2.1b	9.0	1.7b	15
Fertilizer	CAN	11.5	5.1	3.8	8.9	2.6	24
	ENTECC® 26	11.5	5.0	3.8	8.8	2.7	23
N rate	0	10.6	4.4	3.2c	7.6c	3.0	27
(kg N ha <sup>-1</sup> )	60	12.1	5.6	3.9ab	9.5a	2.6	20
	120	11.1	5.1	3.4ab	8.5ab	2.6	23
	180	12.0	5.2	4.5a	9.7a	2.3	18
	240	11.2	4.7	4.1ab	8.8ab	2.4	21
N <sub>min</sub> 2006:105, 2007:44		11.6	5.1	3.5bc	8.6ab	3.0	25
Average		11.5	5.0	3.8	8.8	2.7	23
Share (%)		100	44	33	77	23	

(Y) year; (F) fertilizer; (R) rates of N; \*\*, \* significant at  $P < 0.01$  and  $P < 0.05$ , respectively; ns not significant; mean values within a column indicated with different letters are significantly different (Duncan's multiple range test;  $\alpha = 0.05$ ); MY1 is MY of first class, and MY2 is MY of second-class onions.

The highest value of residual N<sub>min</sub> of 183.8 kg N ha<sup>-1</sup> resulted from the highest amount of N fertilizer in the growing season (240 kg N ha<sup>-1</sup>). There were almost no differences in N<sub>min</sub> after harvesting for the fertilizers CAN (122.1 kg ha<sup>-1</sup>) or ENTECC® 26 (116.5 kg ha<sup>-1</sup>); with calculated AE for added amounts of N fertilizers

## Effect of nitrogen fertilization on yields and nitrogen agronomic efficiency of onion

highest for the lowest rate of 60 kg N ha<sup>-1</sup> (131.7 and 65.0 kg of onions per kg N, respectively) and declining with more added N in 2006. In 2007, AE reached even lower values due to higher amounts of soil Nmin (Table 3).

**Table 3.** Nmin residues after harvesting, and agronomic efficiency of N.

Treatment	Nmin up to 0.6m (kg ha <sup>-1</sup> )		N agronomic efficiency	
Year	2006	2007	(kg of yield per kg N added)	
Fertilizer	CAN	122.1	Year	
	ENTEC <sup>®</sup>	116.5	2006	2007
N rate (kg N ha <sup>-1</sup> )	0	63.9	-	-
	60	104.1	131.7	65.0
	120	109.7	67.5	-35.8
	180	135.4	52.8	7.8
	240	183.8	31.7	-16.7
Nmin 2006:105, 2007:44		119.0	62.9	-18.3
Average		119.3	-	-

## Conclusions

The results indicated that addition of 60 kg N ha<sup>-1</sup> was sufficient for acceptable marketable yields of onion of around 34 t ha<sup>-1</sup> and yield quality with > 45% of marketable yield in the first class. Furthermore, using more N did not increase yield, but did increase residual Nmin at harvest, and so represents an environmental threat. There were no indications that the slow-release N fertilizer ENTEC<sup>®</sup> 26 was any better than CAN.

## References

- Atanasova E. (2008). Effect of nitrogen sources on the nitrogenous forms and accumulation of amino acid in head cabbage. *Plant Soil and Environment* 54(2): 66–71.
- Bavec M., Bavec F. (2002). Integrated vegetable production in Slovenia and the analysis of nitrate nitrogen in the soil at harvest. *Proc. of 7<sup>th</sup>ESA Congress*. Cordoba, Spain 15-18 July. p.733–734.
- Biesiada A., Kołota E. (2009). The effect of nitrogen fertilization on yield and nutritional value of onion grown from sets for early cropping. *Vegetable Crops Research Bulletin* 70: 145–151.
- Bavec M., Koren M., Fekonja M., Grobelnik Mlakar S., Bavec F. (2006). Testing plant-derived organic fertilizers in different vegetables. *Proc. of 9<sup>th</sup> ESA Congress*. Warsaw, Poland 4-6 September. p. 361–362.
- Ercoli L., Mariotti M., Masoni A. (1996). Fate of nitrogen fertilizer applied to winter wheat. *Proc. of 4<sup>th</sup> ESA Congress*. Veldhoven-Wageningen, Nederland 7-9 July. p. 334–345.
- Fageria N.K., Baligar V.C. (2005). Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. *Advances in Agronomy* 88(5): 97–185.
- IPZ-TN. Technological guidelines for integrated vegetable production. 2009.
- Kołota E., Adamczewska-Sowińska K. (2009). Efficiency of ENTEC 26 – a new concept nitrogen fertilizer in white cabbage production. *Vegetable Crops Research Bulletin* 69: 73–80.
- Kołota E., Adamczewska-Sowińska K., Krężel J. (2007). Suitability of Entec 26 as a source of nitrogen for red beet and celeriac. *Vegetable Crops Research Bulletin* 67: 47–54.
- Lee J. (2010). Effect of application methods of organic fertilizer on growth, soil chemical properties and microbial densities in organic bulb onion production. *Scientia Horticulturae* 124(3): 299–305.
- Manojlović M., Čabilovski R., Bavec M. (2010). Organic materials: sources of nitrogen in the organic production of lettuce. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 34: 163–172.
- Neeteson J.J., Booij R., Withmore A.P. (1999). A review on sustainable nitrogen management in intensive vegetable production systems. *Acta Horticulturae* 506: 17–26.
- Nendel C. (2009). Evaluation of best management practices for N fertilisation in regional field vegetable production with a small-scale simulation model. *European Journal of Agronomy* 30(2): 110–118.

- Ortner G. (2008). Feldgemüseproduktion und deren Auswirkung auf die Sickerwasserqualität im westlichen Grazer Feld – Integrierte Produktion versus Biologische Landwirtschaft. Proc. of 12<sup>th</sup> Alps-Adria Biosymposium. Maribor, Slovenia 19-21 November. p. 2.
- Pasda G., Hähndel R., Zerulla W. (2001). The new nitrification inhibitor DMPP (ENTEC®) – Effects on yield and quality of agricultural and horticultural crops. In: Horst J. et al. (eds.), Plant nutrition - food security and sustainability of agro-ecosystems, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. p. 758–759.
- Rahn C.R. (2002). Management strategies to reduce nutrient losses from vegetable crops. Acta Horticulturae 571: 19–29.
- Statgraphics® Centurion XV. (2005). User Manual. Herndon, VA: StatPoint, Inc., 287 pp.
- SURS. (2008). Agriculture and Fisheries, Crop Production 2007. Statistical Office of the Republic of Slovenia. <http://www.stat.si/doc/statinf/15-SI-024-0801.pdf>
- Wehrmann J., Scharpf H.C. (1986). The Nmin-method - an aid to integrating various objectives of nitrogen fertilization. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde. 149: 428–440.
- Zeka N., Nasto T.H., Balliu A. (2009). The influence of N sources and fertilization doses on dry onion (*Allium cepa* L.) yield and bulbs shelf life. Acta Horticulturae 830: 493–496.
- Zhao G., Liu Y., Tian Y., Sun Y., Cao Y. (2010). Preparation and properties of macromolecular slow-release fertilizer containing nitrogen, phosphorus and potassium. J Polymer Res. 17(1): 119–125.

### Acknowledgements

The field experiment was a part of a national research project CRP 'Environment and consumer friendly nitrogen fertilization and irrigation prediction' founded by the Slovenian Research Agency and the Ministry for Agriculture, Food and Forestry.

sa2012\_0403



# Distribucija ugljičnog dioksida u hidroponskom uzgoju rajčice

Boško LJUBENKOV<sup>1</sup>, Božidar BENKO<sup>1</sup>, Josip BOROŠIĆ<sup>1</sup>, Nina TOTH<sup>1</sup>, Branko ĐURINIĆ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska  
(e-mail: bbenko@agr.hr)

<sup>2</sup>Gis impro d.o.o. Eugena De Piennes 7, 10340 Vrbovec, Hrvatska

## Sažetak

Obogaćivanjem atmosfere zaštićenog prostora i kvalitetnom distribucijom ugljičnog dioksida postiže se kvalitetniji i ravnomjerniji rast i razvoj biljaka. Mjerenja koncentracije ugljičnog dioksida obavljena su ručnim mjeračem GM70 sa CARBOCAP sondom. Dva sata nakon izlaska sunca primijećen je pad koncentracije ugljičnog dioksida ispod ambijentalne (340 ppm). Upotreba ventilokonvektora je značajno utjecala na ujednačenost vertikalne distribucije, dok se horizontalna neujednačenost koncentracije ugljičnog dioksida smanjila udaljavanjem od glavnih cijevi prema sredini zaštićenog prostora. Iz tog razloga je od ključne važnosti u budućnosti sagledati tehničku izvedbu sustava i moguća poboljšanja.

Ključne riječi: zaštićeni prostor, atmosfera, koncentracija CO<sub>2</sub>, horizontalna distribucija, vertikalna distribucija

## Carbon dioxide distribution in the soilless culture of tomatoes

### Abstract

Enrichment of the greenhouse atmosphere and the quality of carbon dioxide distribution can promote better and more balanced plants growth and development. Measuring the carbon dioxide concentration was carried out manually with a GM70 meter with CARBOCAP probe. Two hours after sunrise there is a marked decline in atmospheric carbon dioxide under ambient value (340 ppm). Using the fan had a major impact on the vertical distribution uniformity, while the horizontal disparity of carbon dioxide concentration was lower by increasing of distance from the main pipe. For this reason it is of crucial importance in the future to look at the technical performance of the system and possible improvements.

Key words: greenhouse, atmosphere, CO<sub>2</sub> concentration, horizontal distribution, vertical distribution

### Uvod

Prilikom obogaćivanja atmosfere zaštićenog prostora ugljičnim dioksidom jednaku važnost imaju i koncentracija i distribucija. Unos ugljičnog dioksida u zaštićeni prostor ne znači da će biti ravnomjerno raspoređen. Ravnomjernom distribucijom postiže se ujednačenost rasta i razvoja biljaka te smanjuju gubici plina. Iako je od samog početka primjene obogaćivanja zaštićenog prostora ugljičnim dioksidom prepoznat problem distribucije, on je teško kontroliran zbog nemogućnosti jednostavnog mjerenja i praćenja promjena. Danas postoje pouzdani i pristupačni ručni uređaji za mjerenje koncentracije CO<sub>2</sub> koji koriste modernu tehnologiju i kompatibilni su s računalima, što proizvođačima i istraživačima omogućava lakše praćenje stanja ugljičnog dioksida u zaštićenom prostoru i korištenje dobivenih podataka za unaprijeđenje

proizvodnje. Cilj istraživanja bio je utvrditi horizontalnu i vertikalnu distribuciju ugljičnog dioksida u zaštićenom prostoru s hidropniskim uzgojem rajčice, u svrhu prepoznavanja potencijalnih problema i utvrđivanja ispravnosti korištenog sustava za distribuciju ugljičnog dioksida.

### Materijal i metode

Mjerenja su provedena u plasteniku tvrtke Gavrilović poljoprivreda u Petrinji. U plasteniku se hidropniskom tehnikom uzgaja rajčica na kamenoj vuni. Zaštićeni prostor površine 1 ha podijeljen je na četiri dijela: tehničko-tehnološki prostor površine 500 m<sup>2</sup>, prostor za uzgoj presadnica površine 500 m<sup>2</sup> i dva proizvodna prostora površine 4000 i 5000 m<sup>2</sup>. Koncentracija CO<sub>2</sub> je na 9 odabranih točaka (T1-T9), raspoređenih u proizvodnom prostoru površine 4000 m<sup>2</sup>, mjerena tri puta dnevno: prije puštanja CO<sub>2</sub> (I), sat vremena nakon puštanja CO<sub>2</sub> (II) i tri sata nakon puštanja CO<sub>2</sub> (III). Utvrđena je koncentracija na visinama 0,5, 1, 1,5 i 2 metra. Dnevna mjerenja provedena su 15., 19. i 21. travnja 2010. godine.

Sustav za distribuciju ugljičnog dioksida sastojao se od dvije glavne cijevi položene uz rub zaštićenog prostora te lateralnih cijevi položenih na pod zaštićenog prostora, između dvorednih traka biljaka rajčice. U svakoj od četiri lađe obuhvaćene mjerenjem, položene su po tri lateralne cijevi. Izvor ugljičnog dioksida za obogaćivanje atmosfere zaštićenog prostora je 12 metalnih boca visine 142 cm i težine 37,5 kg, koje sveukupno sadrže 450 kg CO<sub>2</sub>.

Mjerenja su provedena ručnim mjeracem GM70 tvrtke Vaisala s priključenom sondom marke CARBOCAP iste tvrtke, koja se koristi za mjerenje koncentracije ugljičnog dioksida na određenim točkama. CARBOCAP sonda je silicijski baziran, neraspršujući infracrveni senzor za mjerenje koncentracije ugljičnog dioksida, a funkcionira tako da infracrveni izvor na kraju mjerne komore emitira svjetlo u plinsku komoru gdje i najmanja koncentracija ugljičnog dioksida apsorbira karakterističnu valnu dužinu svjetla. Filter za prigušenje smetnji, FPI (Fabry-Perot Interferometar) električno je podešen tako da se njegov propusni pojas podudara s apsorpcijskom valnom dužinom ugljičnog dioksida, što omogućuje referentni signal. Infracrveni detektor mjeri snagu signala koji je prošao kroz filter. Odnos ovih dvaju signala, jedan na apsorbiranu valnu dužinu i drugi na referentnu valnu dužinu, pokazuju stupanj apsorpcije svjetlosti u plinu, a time i koncentraciju ugljičnog dioksida.

### Rezultati i rasprava

Iz grafikona 1 vidljivo je kako su tijekom prvog dnevnog mjerenja (I) 15. travnja, provedenog dva sata nakon izlaska sunca, zabilježene koncentracije ugljičnog dioksida niže od ambijentalne (340 ppm). Taj rezultat ukazuje na potrošnju ugljičnog dioksida i početak procesa fotosinteze. Drugo je mjerenje (II) provedeno sat vremena nakon puštanja ugljičnog dioksida u prostor. Vidljiva je razlika između točaka T1 i T7 u odnosu na ostale točke. Te se točke nalaze u blizini glavnih dovodnih cijevi. Na tim je točkama zabilježena i najveća koncentracija ugljičnog dioksida (T1 na 2 m: 490 ppm, T7 na 1 m: 430 ppm), dok je najmanja bila izmjerena na T6 i visini od 1,5 m te je iznosila 330 ppm, dakle jedina ispod ambijentalne. Usprkos povećanoj radijaciji, koncentracija je ugljičnog dioksida prilikom trećeg mjerenja (III) ostala na razini one iz drugog mjerenja. Također je zamjetno da je prilikom prva dva mjerena postojala razlika u koncentracijama ugljičnog dioksida na različitim visinama, čemu je razlog činjenica da ventilokonvektori nisu bili uključeni.

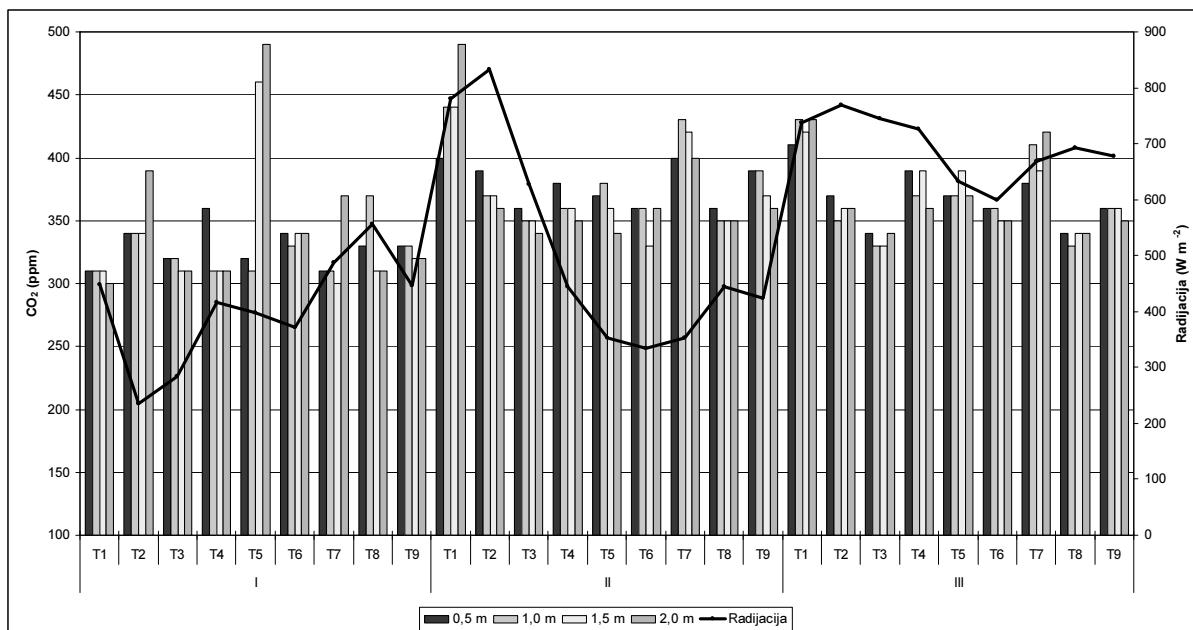
Hanan (1998) navodi kako niska koncentracija ugljičnog dioksida ispod 340 ppm tijekom dana u veljači traje oko 0,5 sati i raste do 10 sati dnevno u srpnju. Iako se intenzitet fotosinteze znatno povećava ubrzo nakon obogaćivanja prostora CO<sub>2</sub>, dugotrajno obogaćivanje može imati i negativne posljedice, odnosno, dovesti do smanjenja intenziteta fotosinteze zbog biokemijskih i molekularnih promjena fotosintetskog aparata pri visokim koncentracijama ugljičnog dioksida (Heuvelink i Dorais, 2005).

Prilikom prvog mjerenja 19. travnja (graf. 2) izmjerene su veće koncentracije ugljičnog dioksida u odnosu na 15. travnja. Razlog tome je obogaćivanje prostora ugljičnim dioksidom tijekom procesa respiracije i provedba mjerenja 40 min nakon izlaska sunca, pri niskom intenzitetu fotosinteze. Povećanjem radijacije došlo je do zamjetnog pada koncentracije ugljičnog dioksida. Isto je primijetio i Kimball (1986) te je ustvrdio da se i pri slaboj radijaciji primjećuju devijacije u koncentraciji ugljičnog dioksida prilikom promjena tih koncentracija. Prema nekim autorima ujutro su moguće i koncentracije od 1000 ppm kao rezultat respiracije, ali i evaporacije pri uzgoju na tlu i gnojidbi organskim gnojivima. Najveće vrijednosti ugljičnog dioksida prilikom prvog mjerenja bile su 420 ppm. Prilikom drugog mjerenja ponovno je zamijećeno značajno odstupanje

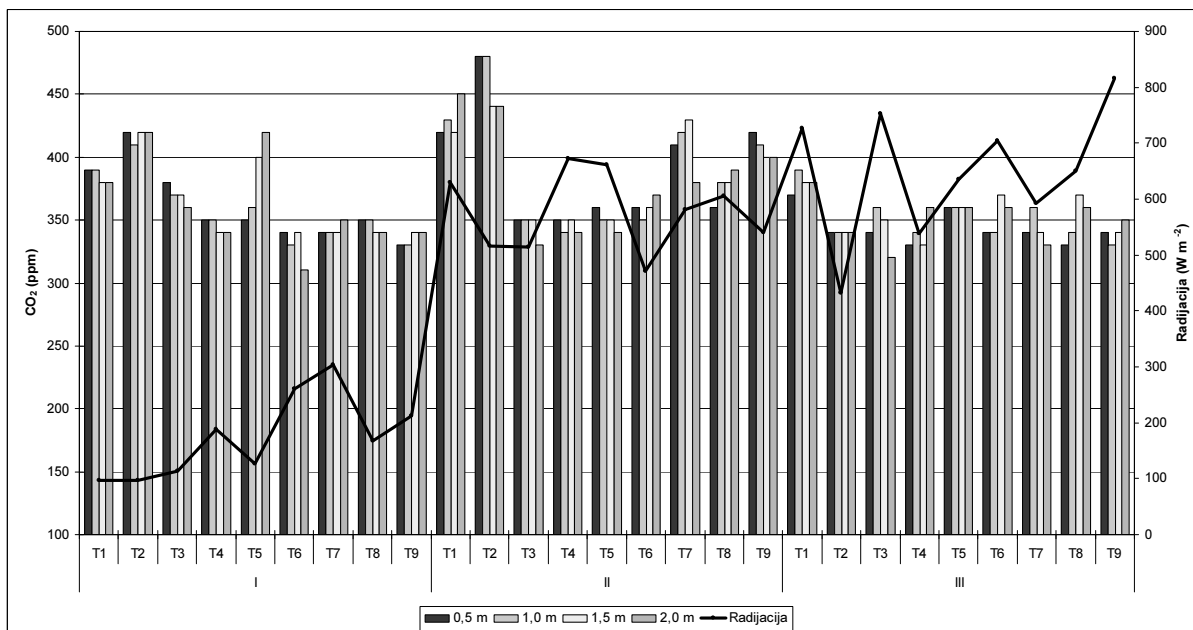
## Carbon dioxide distribution in the soilless culture of tomatoes

koncentracija točaka T1 i T7 kao i u mjeranju 15. travnja. Na mnoga odstupanja utjecali su i oblačni uvjeti vani, zbog koje su vidljive varijacije u radijaciji. Tako su tijekom drugog dnevnog mjerenja zabilježene koncentracije ugljičnog dioksida od 330 do 480 ppm, kao i količina radijacije od 471 do 673 W m<sup>-2</sup>.

Slične su vrijednosti zabilježili Sanchez-Guerrero et al. (2001), koji su zaključili da se srednje dnevne koncentracije ugljičnog dioksida variraju između 400 i 450 ppm. Isti su se uvjeti nastavili i prilikom trećeg dnevnog mjerenja, što je rezultiralo smanjenjem koncentracije ugljičnog dioksida i neujednačenošću u vertikalnoj distribuciji.

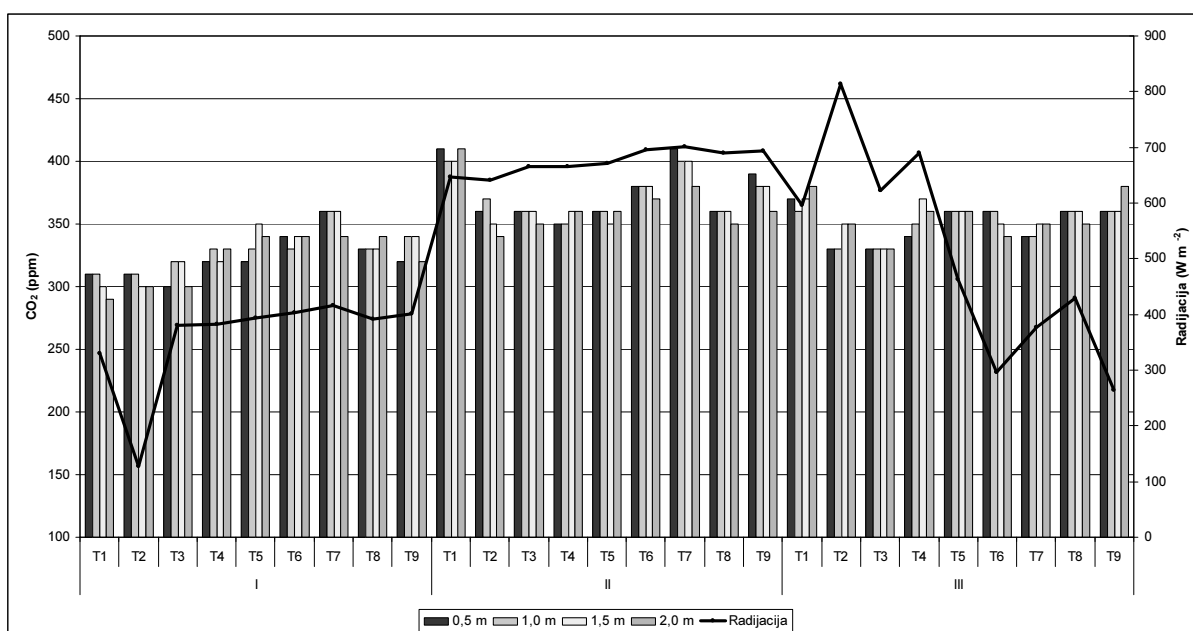


Grafikon 1. Koncentracija CO<sub>2</sub> i radijacija tijekom dnevnih mjerenja 15. travnja



Grafikon 2. Koncentracija CO<sub>2</sub> i radijacija tijekom dnevnih mjerenja 19. travnja

Tijekom prva dva mjerenja 21. travnja (grafikon 3) vrijednosti radijacije bile su ujednačene, što je za posljedicu imalo prilično ujednačene koncentracije ugljičnog dioksida. Prilikom prvog dnevnog mjerenja sve su vrijednosti radijacije bile između 330 i 416  $W m^{-2}$ , izuzev vrijednosti radijacije za vrijeme mjerenja točke T2 (128  $W m^{-2}$ ), a koncentracija ugljičnog dioksida bila je u rasponu između 290 i 360 ppm. Za vrijeme drugog dnevnog mjerenja vrijednosti radijacije bile su između 641 i 702  $W m^{-2}$ , a ugljični dioksid između 340 i 410 ppm. Ta ujednačenost ukazuje na povezanost količine radijacije i koncentracije ugljičnog dioksida. Heuvelink i Dorais (2005) navode porast intenziteta fotosinteze za 24 % pri porastu koncentracije  $CO_2$  s 350 na 700 ppm kod 500  $\mu mol m^{-2} s^{-1}$  fotosintetski aktivne radijacije, odnosno, za 32 % kod 1500  $\mu mol m^{-2} s^{-1}$ . Pri porastu koncentracije  $CO_2$  na 1000 ppm intenzitet fotosinteze je porastao za 33, odnosno, 43 %. Ubrzani rast uzrokovan povećanim intenzitetom fotosinteze pri obogaćivanju zaštićenog prostora ugljičnim dioksidom može rezultirati pojavom simptoma nedostatka hranjiva. To je moguće spriječiti primjenom hranjive otopine povećanog elektrokonduktiviteta jer su biljke uzgajane uz obogaćivanje prostora  $CO_2$  otpornije na stres soli (Papadopoulos i Hao, 2002). Nederhoff (1996) navodi da je porast koncentracije  $CO_2$  na 500 ppm tijekom 4 mjeseca rezultirao porastom prinosa za 16 % ili za 250  $g m^{-2}$  za svakih 10 ppm  $CO_2$  iznad ambijentalne vrijednosti.



Grafikon 3. Koncentracija  $CO_2$  i radijacija tijekom dnevnih mjerenja 21. travnja

Usporedbom prvih dnevnih mjerenja primjećuju se razlike između njih. Ako se uzme u obzir da su mjerenja provedena u različitim vremenskim razmacima nakon izlaska sunca (15. travnja – 2 sata; 19. travnja – 40 min; 21. travnja – 90 min) može se zaključiti da već 90 minuta nakon izlaska sunca koncentracija ugljičnog dioksida pada ispod ambijentalne i da je potreban raniji početak obogaćivanja zaštićenog prostora ugljičnim dioksidom. Kläring et al. (2007) zaključuju da je noćna koncentracija ugljičnog dioksida do izlaska sunca veća u zaštićenim prostorima obogaćivanima s  $CO_2$  nego u onima koji to nisu.

Tijekom drugih dnevnih mjerenja na većini točaka utvrđena je koncentracija nešto veća od ambijentalne (oko 350 ppm), dok su točke T1 i T7 imale značajno veće koncentracije ugljičnog dioksida u odnosu na ostale. Sva tri dana je pri trećem dnevnom mjerenju utvrđen pad koncentracije ugljičnog dioksida na ambijentalnu razinu. Uzrok tome je otvaranje ventilacije zaštićenog prostora zbog visokog intenziteta radijacije i porasta temperature. Hicklenton (1988) zaključuje da nije moguće održavati koncentraciju ugljičnog dioksida iznad ambijentalne kod potpuno otvorene ventilacije, dok Sanchez-Guerrero et al. (2005) navode da za vrijeme otvorene ventilacije minimalna koncentracija ugljičnog dioksida iznosi oko 300 ppm, čime ugljični dioksid postaje ograničavajući čimbenik intenziteta fotosinteze.

Značajna razlika u horizontalnoj distribuciji ugljičnog dioksida vidljiva je iz koncentracija izmjerenih na točkama T1 (najbliže glavnoj cijevi) i T6 (najdalje od glavne cijevi). Rezultati pokazuju kako udaljavanjem od glavne cijevi koncentracija ugljičnog dioksida značajno opada. Isto je primijetio van Berkel (1975), koji je zaključio da je značajno veća razlika u horizontalnoj distribuciji CO<sub>2</sub> kada se distribuira kroz dvije glavne cijevi uz bočne stranice, nego kod distribucije jednom glavnom cijevi kroz sredinu zaštićenog prostora. Rezultat je to smanjenja početnog tlaka porastom duljine glavnih cijevi.

### Zaključci

Pri hidroponskom uzgoju rajčice u zaštićenim prostorima koncentracija ugljičnog dioksida će biti ispod ambijentalne ako prostor nije obogaćivan ugljičnim dioksidom.

Vertikalna se ujednačenost lako postiže upotrebom ventilokonvektora koji miješajući zrak zaštićenog prostora, dižu ugljični dioksid s nižih visina i ravnomjerno ga raspoređuju.

Ako se želi zadržati postojeći sustav distribucije CO<sub>2</sub> potrebno je osigurati jednaki tlak na početku i kraju lateralnih cijevi. Za poboljšanje horizontalne distribucije potrebno je promijeniti tehničku izvedbu sustava za distribuciju ugljičnog dioksida, na način da se postavi jedna glavna cijev iznad središnjeg puta u zaštićenom prostoru.

### Literatura

- Hanan, J.J. (1998). Greenhouses: advanced technology for protected horticulture. CRC Press, Boca Raton, USA, 521-571
- Heuvelink, E., Dorais M. (2005). Crop growth and yield. U: Heuvelink, E., ur. Tomatoes. Cabi, Wallingford, UK, 85-144
- Hickleton, P.R. (1988). CO<sub>2</sub> enrichment in the greenhouse. Growers handbook series, Vol. 2. Timber Press, Portland, USA
- Kimball, B.A. (1986). Influence of elevated CO<sub>2</sub> on crop yield. Carbon dioxide enrichment of greenhouses crops. Vol. II., CRC Press, Boca Raton, USA
- Kläring, H.-P., Hauschild, C., Heißner, A., Bar-Yosef, B. (2007). Model-based control of CO<sub>2</sub> concentration in greenhouses at ambient levels increases cucumber yield. Agricultural and Forest Meteorology 143: 208 -216
- Nederhoff, E. (1996). CO<sub>2</sub> enrichment in tomatoes. Commercial Grower 51(4):22-23
- Papadopoulos, A.P., Hao, X. (2002). Interactions between nutrition and environmental conditions in hydroponics. U: Savvas, D., Passam, H., ur. Hydroponic production of vegetables and ornamentals. Embryo Publications, Athens, Greece, 413-445
- Sanchez-Guerrero M.C., Lorenzo, P., Medrano, E., Castilla, N., Soriano, T., Baille, A. (2005). Effect of variable CO<sub>2</sub> enrichment on greenhouse production in mild winter climates. Agricultural and Forest Meteorology 135: 244-252
- Sanchez-Guerrero M.C., Lorenzo, P., Medrano, E., Garcia, M., Escobar, I. (2001). Heating and CO<sub>2</sub> enrichment in improved low-cost greenhouses. Acta Hort. 559: 257-262
- van Berkel, N. (1975). CO<sub>2</sub> from gas-fired heating boilers – its distribution and exchange rate. Neth. J. Agric. Sci. 23: 202-210

sa2012\_0404

# Prinos paprike pri variranju koncentracije kalijevih soli u hranjivoj otopini

Kazimir KORACA, Ana GOLEMAC, Božidar BENKO, Josip BOROŠIĆ, Marko PETEK, Sanja FABEK, Sanja STUBLJAR

Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska  
(e-mail: bbenko@agr.hr)

## Sažetak

Cilj istraživanja bio je utvrditi komponente prinosa hidroponski uzgajanih kultivara paprike pri povećanim koncentracijama kalijevih soli u hranjivoj otopini. Za prihranu su korištene standardna otopina s koncentracijom kalijevih iona 7,5 mmol/L i tri otopine s koncentracijom kalijevih iona 11 mmol/L. Povećana koncentracija  $K^+$  iona ostvarena je povećanjem koncentracije  $KNO_3$ ,  $KH_2PO_4$  ili  $K_2SO_4$ . Utvrđeno je pozitivno djelovanje povećane koncentracije  $KNO_3$  i  $KH_2PO_4$  na masu i prinos tržnih plodova paprike te na smanjenje udjela netržnih plodova. Otopina s povećanom koncentracijom  $K_2SO_4$  je kod nekih kultivara imala negativan utjecaj na analizirana svojstva.

Ključne riječi: *Capsicum annuum* L., kamena vuna, hranjiva otopina, kalij, komponente prinosa

## Pepper yield as affected by potassium salts concentration in the nutrient solution

### Abstract

The aim of this research was to ascertain the influence of higher concentration of potassium salts in the nutrient solution on soilless grown pepper yield components. Beside the standard nutrient solution with 7.5 mmol/L of  $K^+$ , three nutrient solutions with 11 mmol/L of  $K^+$  were used for fertigation. The higher concentration of potassium ion was achieved by using higher concentration of potassium salts:  $KNO_3$ ,  $KH_2PO_4$  or  $K_2SO_4$ . The positive effects of higher  $KNO_3$  and  $KH_2PO_4$  concentration to the fruit weight, marketable yield and unmarketable fruit share were founded. Nutrient solution with increased  $K_2SO_4$  concentration had a negative impact on the analyzed properties at some cultivars.

Key words: *Capsicum annuum* L., rockwool, nutrient solution, potassium, yield components

### Uvod

U Hrvatskoj se površine pod hidroponskim uzgojem paprike iz godine u godinu povećavaju i zbog toga je potrebno utvrditi optimalne količine soli, a time i pojedinih hranjiva u hranjivoj otopini za domaće agroekološke uvjete. Kalij, jedan od biogenih elemenata, ima važnu ulogu u biljci, sudjeluje u mnogim biogenim procesima i zbog toga ima veliki utjecaj na kvalitetu i prinos plodova paprike. Iz tog je razloga tijekom 2010. provedeno istraživanje s ciljem utvrđivanja utjecaja povećanih koncentracija kalijevih soli u hranjivoj otopini na komponente prinosa kultivara paprike zvonolikog ploda u hidroponskom uzgoju.

## Materijal i metode

Istraživanje je provedeno u negrijanom plasteniku. Pokus je postavljen po metodi slučajnog bloknoeg rasporeda u tri ponavljanja. Sjetva sjemena hibridnih kultivara paprike Atol (Enza Zaden), Blondy (S&G), Mazurka (Rijk Zwaan), Vedrana (Enza Zaden), 35-404 (Rijk Zwaan) obavljena je 26. veljače, a pikiranje u kocke kamene vune brida 10 cm dva tjedna nakon nicanja, kada su biljke paprike razvile prvi pravi list. Presadnice su sadene na ploče kamene vune 3. svibnja 2010. godine. Sklop je iznosio 2,5 biljke/m<sup>2</sup>, a osnovnu parcelu predstavljala je ploča kamene vune s tri biljke.

Od sadnje do 25. svibnja sve presadnice su prihranjivane standardnom hranjivom otopinom (Enzo et al., 2001). Od 25. svibnja su uz standardnu otopinu primijenjene i 3 hranjive otopine s povećanim koncentracijama kalijevih soli: KNO<sub>3</sub>, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> i K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Koncentracija K<sup>+</sup> iona u standardnoj hranjivoj otopini (K1) iznosila je 7,5 mmol/L dok je u ostale tri otopine povećana na 11 mmol/L. U otopini K2 koncentracija K<sup>+</sup> iona povećana je pomoću KNO<sub>3</sub>, u otopini K3 pomoću KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, a u otopini K4 pomoću soli K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (tablica 1). Gotova hranjiva otopina je sustavom navodnjavanja kapanjem distribuirana do svake biljke. Broj obroka fertirigacije varirao je od 12 do 24 puta dnevno po 2 do 5 minuta, ovisno o fenofazi rasta paprike i mikroklimatskim uvjetima u zaštićenom prostoru.

Tablica 1. Koncentracija kalijevih soli u primijenjenim hranjivim otopinama

Hranjiva sol	Hranjive otopine			
	K1	K2	K3	K4
KNO <sub>3</sub>	4,75 mmol/L	8,25 mmol/L	4,75 mmol/L	4,75 mmol/L
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1,75 mmol/L	1,75 mmol/L	5,25 mmol/L	1,75 mmol/L
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,5 mmol/L	0,5 mmol/L	0,5 mmol/L	2,25 mmol/L
Ukupna koncentracija K <sup>+</sup>	7,5 mmol/L	11 mmol/L	11 mmol/L	11 mmol/L

Vegetativni i generativni rast reguliran je uzgojem na dvije grane. Prema potrebi biljke su pincirane i usmjeravane vezanjem na postavljeno PVC vezivo. Prva berba je obavljena 24. lipnja i u periodu do 13. listopada obavljeno je devet berbi. Kod berbe su utvrđeni masa i prinos tržnih plodova te udio netržnih plodova (plodova s vršnom truleži).

Statistička obrada rezultata obavljena je analizom varijance (ANOVA), a prosječne vrijednosti testirane su LSD testom na razini signifikantnosti p≤0,05 i p≤0,01.

## Rezultati i rasprava

Testirani kultivari razvili su tržne plodove mase od 100 do 102 g (tablica 2). Jedino je kultivar 35-404 imao značajno sitnije plodove mase 90 g. Koncentracija K<sup>+</sup> iona, odnosno, soli koje su korištene imala je utjecaj na prosječnu masu ploda. Povećanje koncentracije K<sup>+</sup> iona sa 7,5 na 11 mmol/L koristeći KNO<sub>3</sub> utjecalo je na statistički značajno povećanje mase ploda (105 g) u odnosu na kontrolu (99 g). Međutim, kod povećanja koncentracije K<sup>+</sup> iona pomoću soli K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> prosječna masa ploda se statistički značajno smanjila (91 g). Među interakcijama kultivar x otopina utvrđene su značajne razlike u masi tržnih plodova koja je varirala od 84 do 112 g. Biljke su pozitivno reagirale na povećanu koncentraciju kalijevih iona u hranjivoj otopini ako su se za povećanje koncentracije K<sup>+</sup> iona koristile soli KNO<sub>3</sub> ili KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>. Osim kultivara Atol, biljke prihranjivane otopinom K4 (viša koncentracija soli K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) razvijale su najsitnije plodove.

Prinos tržnih plodova (tablica 2) testiranih kultivara bio je u rasponu od 5,66 kg/m<sup>2</sup> kod kultivara Atol do 7,67 kg/m<sup>2</sup> kod kultivara 35-404. Kultivari Blondy i 35-404 ostvarili su znatno veći tržni prinos od kultivara Atol i Mazurka, dok je kultivar Vedrana ostvario statistički podjednak prinos kultivarima Blondy i 35-404. Različita koncentracija kalija u hranjivoj otopini, ali i vrsta soli koja je bila izvor kalija značajno je utjecala na prinos tržnih plodova paprike. Biljke prihranjivane otopinama K2 i K3 dale su statistički značajno veći prinos u odnosu na biljke prihranjivane kontrolnom otopinom K1 i otopinom K4. Prinos tržnih plodova biljaka prihranjivanih otopinom K2 bio je oko 38 % viši nego K1, dok je prinos tržnih plodova biljaka prihranjivanih otopinom K3 bio oko 29 % viši nego K1. Kod svih pet kultivara u pokusu najveći tržni prinos je ostvaren primjenom otopine K2, dok je nešto manji prinos ostvaren primjenom otopine K3. Kultivarima je pogodovala povećana koncentracija K<sup>+</sup> iona u hranjivoj otopini, što se vidljivo iz statistički značajnog povećanja tržnog prinosa ukoliko su se za povećanje koncentracije kalijevih iona koristile KNO<sub>3</sub> i KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>.

Korištenje  $K_2SO_4$  (otopina K4) za povećanje koncentracije kalijevih iona nije rezultiralo statistički većim prinosom od kontrole, a kod kultivara Blondy i Mazurka postignuti su manji prinosi u odnosu na kontrolu.

Udio netržnih plodova sa simptomima vršne truleži je kod testiranih kultivara znatno varirao. Najmanje plodova sa simptomima vršne truleži (13,3 %) utvrđeno je kod kultivara Blondy, koji se značajno razlikovao od svih ostalih. Najveći udio netržnih plodova (30,6 %) zabilježen je kod kultivara Atol (tablica 2). Statistički podjednak udio imao je i kultivar Mazurka. Ovisno o primijenjenoj otopini, mijenjao se i udio tržnih, odnosno, netržnih plodova. Biljke prihranjivane otopinama K1 i K4 imale se statistički veći udio netržnih plodova (26,9, odnosno, 28,3 %) od biljaka prihranjivanih otopinama K2 i K3 (18,4, odnosno, 19,7 %). Kultivar Blondy je ovisno o primijenjenoj hranjivoj otopini razvio najmanje plodova sa simptomima vršne truleži (od 7,6 do 18,1 %). Istovremeno je udio netržnih plodova kod kultivara Atol varirao od 23,9 % uz primjenu otopine K3 do 36,3 % uz primjenu otopine K1. Najveći udio plodova sa simptomima vršne truleži (39,6 %) razvile su biljke kultivara Mazurka prihranjivane otopinom K4. Osim kod kultivara Mazurka, primjena otopine K4 rezultirala je najvećim udjelom netržnih plodova i kod kultivara 35-404. Kod ostalih kultivara najviše plodova sa simptomima vršne truleži ubrano je s biljaka prihranjivanih standardnom hranjivom otopinom. Kod svih kultivara u istraživanju biljke prihranjivane otopinama K2 i K3 imale su manji udio netržnih plodova u odnosu na biljke prihranjivane otopinama K1 i K4.

Tablica 2. Masa i pinos tržnih plodova te udio netržnih plodova pri fertirigaciji paprike otopinama različite koncentracije kalijevih soli

	Masa tržnih plodova, g	Prinos tržnih plodova, $kg/m^2$	Udio netržnih plodova, %
Kultivar (K)			
Atol	102 A	5,66 B	30,6 A
Blondy	101 A	7,20 A	13,3 D
Mazurka	100 A	5,78 B	28,6 AB
Vedrana	101 A	6,71 AB	22,9 BC
35-404	90 B	7,67 A	21,2 C
LSD <sub>0,01</sub>	7,116	1,329	6,834
Otopina (O)			
K1	99 B	5,84 B	26,9 A
K2	105 A	7,74 A	18,4 B
K3	101 AB	7,19 A	19,7 B
K4	91 C	5,89 B	28,3 A
LSD <sub>0,01</sub>	6,364	1,144	6,112
Interakcija K x O			
Signifikantnost	*	*	*
LSD <sub>0,05</sub>	10,620	1,984	10,200

K1 = standardna hranjiva otopina; K2 = standardna otopina +  $KNO_3$ ; K3 = standardna otopina +  $KH_2PO_4$ ; K4 = standardna otopina +  $K_2SO_4$

Škrobot (2010) je kod istih kultivara kao i u našem istraživanju ostvarila veću masu plodova. Masa plodova kultivara Blondy iznosila je 110 g, dok su kultivari Atol, Mazurka i Vedrana razvili krupnije plodove mase od 117 do 125 g, no ta razlika nije bila statistički značajna. García Lozano et al. (2005) navode kako povećanje koncentracije  $K^+$  iona nema utjecaja na prosječnu masu ploda. Rubio et al. (2010) su pri povećanju koncentracije  $K^+$  iona sa 7 na 12 mmol/L dobili plodove manje prosječne mase što se ne slaže s rezultatima ovog istraživanja.

Škrobot (2010) navodi variranje prinosa s obzirom na kultivar od 9,65  $kg/m^2$  kod kultivara Blondy do 13,88  $kg/m^2$  kod kultivara Vedrana. Rubio et al. (2010) navode rezultate prema kojima su povećanjem koncentracije  $K^+$  iona sa 7,0 na 14,0 mmol/L ostvarili 25 % niži prinos tržnih plodova. García Lozano et al. (2005) su također povećanjem koncentracije  $K^+$  iona s 2,75 na 5,0 mmol/L postigli značajno niži (12 %) tržni prinos. Rubio et al. (2009) su u uvjetima zaslanjene hranjive otopine s 30 mmol/L NaCl i povećanjem koncentracije  $K^+$  iona s 7 na 14 mmol/L postigli 24 % niži tržni prinos, no to je vjerojatno posljedica zaslanjenosti otopine. Borošić et al. (2008) su pri sklopu od 2,5 biljke/ $m^2$  ostvarili tržni prinos u rasponu od 8,2 do 8,8  $kg/m^2$ .



Marcelis i Ho (1999) navode kako je kod kultivara Mazurka udio netržnih plodova iznosio oko 25 % dok su kod nekih kultivara zabilježene vrijednosti i iznad 35 %. Ostvareni rezultati su u skladu s istraživanjem Škrobot (2010) koja također navodi Blondy kao kultivar s najmanjim udjelom netržnih plodova (oko 14 %), dok je kultivar s najvećim udjelom netržnih plodova bio Mazurka (oko 29 %). Rubio et al. (2009) navode da povećanje koncentracije  $K^+$  iona sa 7 na 14 mmol/L nije utjecalo na udio netržnih plodova. Međutim, otopina je u tom istraživanju bila zaslanjena s 30 mmol/l NaCl pa se rezultati vjerojatno zbog toga ne podudaraju. Borošić et al. (2008) su u svojim istraživanjima utvrdili da je oko trećina ubranih plodova imala simptome vršne truleži.

Najpovoljniji utjecaj pojedine otopine na svaki kultivar u istraživanju u odnosu na istraživana svojstva prinosa prikazan je u tablici 3.

Tablica 3. Otopine najpovoljnijeg utjecaja na istraživana svojstva testiranih kultivara

Kultivar	Prosječna masa ploda	Prosječan prinos po biljci	Udio netržnih plodova	Najpovoljnija otopina
Atol	K <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> / K <sub>3</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>3</sub>
Blondy	K <sub>2</sub> / K <sub>3</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>2</sub>
Mazurka	K <sub>3</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>2</sub>
Vedrana	K <sub>2</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>2</sub>
35-404	K <sub>2</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>2</sub>

Guohua et al. (2001) su utvrdili kako niska koncentracija hranjive otopine s 3-0,5-1,25 mmol/L N-P-K pri uzgoju u malom volumenu supstrata (9 dm<sup>3</sup>) inducira ranu ali kratkotrajnu cvatnju, odnosno, brzo zametanje i dozrijevanje plodova te nizak prinos. Pri uzgoju u malom i srednjem (14 dm<sup>3</sup>) volumenu supstrata nisu utvrđene razlike u cvatnji, zametanju i prinosu plodova pri primjeni srednje (6-1-2,5 mmol/L) i visoke (9-1,5-3,75 mmol/L) koncentracije hranjiva. Biljke uzgajane u velikom volumenu (33 dm<sup>3</sup>) supstrata po biljci su značajno kasnije cvale pri visokoj koncentraciji hranjiva, zametnule više plodova i ostvarile veći prinos.

### Zaključci

Utvrđene su značajne razlike između kultivara u pogledu njihove reakcije na povećanje i izvor  $K^+$  iona. Koncentracija kalija u hranjivoj otopini također ima značajan utjecaj na trži prinos i komponente prinosa kao što su masa trži plodova i udio netržnih plodova. Osim koncentracije kalija, bitan je i izvor kalija (hranjiva sol) budući da se povećanjem koncentracije kalija povećava i koncentracija drugih iona.

Primjenom otopina s povećanom koncentracijom  $KNO_3$  i  $KH_2PO_4$  dobiveni su najkrupniji plodovi, dok je primjena otopine s povišenom koncentracijom  $K_2SO_4$  rezultirala najsitnijim plodovima. Biljke prihranjivane otopinama s povećanom koncentracijama  $KNO_3$  i  $KH_2PO_4$  postigle su najviši trži prinos i razvile najmanje netržnih plodova. Kultivari Blondy i 35-404 najbolje su reagirali na primjenu tih otopina

Fertirigacija otopinom s povećanom koncentracijom  $KNO_3$  je kod većine testiranih kultivara pokazala najveći pozitivni utjecaj na masu i prinos trži plodova uz istodobno smanjenje udjela netržnih plodova. Razlog tome je najvjerojatnije povećanje  $K^+$  iona uz istodobno povećanje koncentracije  $NO_3^-$  iona, ali uz zadržavanje optimalnog odnosa N:K. S druge strane, povećanje koncentracije  $K^+$  iona pomoću soli  $K_2SO_4$  nije pozitivno utjecalo na navedena svojstva, već je u nekim slučajevima učinak bio i negativan.

### Literatura

- Borošić, J., Benko B., Novak B. (2008). Uzgoj paprike na kamenoj vuni. Zbornik radova 43. hrvatskog i 3. međunarodnog simpozija agronoma. Opatija, Hrvatska, 452-456
- Enzo, M., Gianquinto, G., Lazzarin, R., Pimpini, F., Sambo, P. (2001). Principi tecnico-agronomici della fertirrigazione e del fuori suolo. Tipografia-Garbin, Padova, Italy
- García Lozano, M., Escobar, I., Berenguer, J. J. (2005) Green-pepper fertirrigation in Soliless Culture. Acta Hort. 697: 543-547

- Guohua, X., Wolf, S., Kafkafi, U. (2001). Interactive effect of nutrient concentration and container volume on flowering, fruiting and nutrient uptake of sweet pepper. *Journal of plant nutrition* 24(3): 479-501
- Marcelis, L.F.M., Ho, L.C. (1999) Blossom-end rot in relation to growth rate and calcium content in fruits of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Experimental Botany* 50(332): 357-363
- Rubio, J.S., García – Sánchez, F., Rubio, F., Martínez, V. (2009). Yield, blossom-end rot incidence, and fruit quality in pepper plants under moderate salinity are affected by K<sup>+</sup> and Ca<sup>2+</sup> fertilization. *Scientia Horticulturae* 119(2): 79-87
- Rubio, J.S., García – Sánchez, F., Flores, P., Navarro, J. M., Martínez, V. (2010). Yield and fruit quality of sweet pepper in response to fertilisation with Ca<sup>2+</sup> and K<sup>+</sup>. *Spanish Journal of Agricultural Research* 8(1): 170-177
- Škrobot, M. (2010). Prinos i kvaliteta hidroponski uzgojenih kultivara paprike. Diplomski rad. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

sa2012\_0405

# Effect of zeolites use on the yield components of greenhouse cultivated tomato

Viorel BERAR, Gheorghe POȘTA

Banat's University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, Faculty of Horticultural and Forestry,  
Calea Aradului no. 119, RO-300645, Timisoara, Romania  
(e-mail: berar\_viorel@yahoo.com)

## Abstract

Because of the biological vegetable culture concept, the comparative analyze, from the technological and economical point of view, of the substrate mixture components impact upon tomato plants' growth and development by using different organic and inorganic (volcanic tuffs) components with a high role in correcting and improving their physical-chemical features, it is imposed. Using the zeolite in soil mixtures represents an alternative to the classical nutritive substrate, composed of those three or four bases organic and inorganic components. The production differences obtained in case of using 25% zeolite in the substrate composition are of 13-18%.

Key words: tomatoes, zeolite, substrate culture, yield, polyethylene greenhouse

## Introduction

The importance of tomatoes is crucial, because of the fact that these can be consumed fresh, as ingredients of tomato salads or mixed salads, in vegetable soups, sauces, stuffed tomatoes etc., as well as industrially processed as natural juice, chilly juice, cans and sauces.

Tomato production is an economy and food value activity of high importance, which allows obtaining profits especially in the case of high class technology (Berar et al. 2010).

Tomatoes are rich in content and nutritional substances and widely used as a food source also in food processing industry. Besides the nutrition value, tomatoes have also a therapy value, which we have to benefit of especially in hot season. Potassium, vitamins C and E,  $\beta$ -carotene and fibers that are found in tomatoes are a true health spring (Sima et al. 2008).

With their chemical composition, because of salt excess, tomatoes act as alkalines, having a major catalyst importance for the human organism (Oshima et al. 1996).

Along the bases organic and inorganic components, there also can be used in mixtures some other components, such as: perlite, vermiculite, crushed volcanic tuffs and grind tree bark in proportion of 25-30% (Ciofu et al. 2003).

Because of the biological vegetable culture concept, the comparative analyze, from the technological and economical point of view, of the substrate mixture components impact on the growth and development of tomato plants, by using different organic and inorganic (volcanic tuffs) components with a high role in correcting and improving their physical-chemical features, is imposed.

Volcanic tuffs, according to the content and the zeolite species present as secondary formats by debased volcanic glass, are classified to (Aleksiev and Djourova, 1974) zeolites (with a content higher than 50%), zeolite tuffs (25-50% zeolites), tuffs with zeolites (10-25% zeolites) and volcanic tuffs without zeolites (Monolov et al., 2005).

These clinoptilolites contribute to the level of fertility of nutritive mixtures and the cultivation of sub soils through the contents of macro and microelements, depending on the origin and the group that belong to, and also to other aspects like: the dissociation and retention modality of the heavy metals from the soil's solution; the gradual release of hard soluble essential macroelements and the trimming of the nutritional

level throughout the vegetation period of the plants and the maintenance of an optimum level of humidity in the cultivation subsoil through the existing granulometric structure. The research was done in order to mark the possibilities of use the clinoptilelites in plants' culture substratum and rehabilitate the sterile soils (Berar et al. 2011).

### Material and methods

The experiment developed during 2010-2011 at the Didactic and Research Base of the Faculty of Horticulture and Forestry, from B.U.A.S.V.M. Timișoara.

The experiments were carried in the greenhouse module Gothic 800 type, having 1080 square meters, in which the control of climatic parameters (temperature, light intensity, ventilation, air and soil humidity) is realized automatically through the control pannels.

The Volcanic tuff used in the experiment belongs to the group of polymineral zeolites, which is clinoptilolite-mordenite-natrolitic zeolites category, identified in Maramureș Hollow, the accumulation from Bârsana.

The particularity of these zeolites consists in the fact that the crystals are very porous and crossed by numerous submicroscopical canals that contain water which at high temperatures transform into vapours, from where comes the name too (the greek "zeo" – to boil, "silithos" - the stone). Because of their structure, the zeolites have proven very interesting proprieties. They can be used as "molecular separator" with an inverted functioning because the small particles in this case as well as the smallest molecules stay behind, leaving the big ones to go by undisturbed.

Before being used in the cultural substratum, the zeolith is fermented with poultry manure (25% zeolith : 75% poultry manure), in plastic pots, in anaerobe conditions for 45-50 days.

The experiments were organized by using the randomized blocks method with four repetitions. Per repetition on 25 plants the phaenologic measurements were made: biomethric measurements (number of fruits/inflorescence) and quantity determinations (fruit weight). In order to realize the experiments, pots of 10 l capacity were used, filled with the nutritive mixture. The cultural technology applied in the research was the general technology of tomato cultivation in greenhouses.

In order to show the impact of culture substrate composition upon the average production of each plant we used the two factorial experimental design model.

Factor A (tomato hybrids) with 2 gradations:  $a_1$  – Venezia F<sub>1</sub>;  $a_2$  – Klass F<sub>1</sub>. Factor B (substrate mixture) with 5 gradations:  $b_1$  (Mt) – 50% manure, 40% garden soil and 10% sand;  $b_2$  – 40% manure, 40% garden soil, 10% peat and 10% sand;  $b_3$  – 50% manure, 10% garden soil, 10% peat, 5% sand and 25% zeolite;  $b_4$  – 20% manure, 20% garden soil, 5% peat, 5% sand and 50% zeolite;  $b_5$  – 10% manure, 5% garden soil, 5% peat, 5% sand and 75% zeolite.

At the maturity of consumption, measurements were made on the weight of fruits of the 7 fructification cluster of every plant and the weight of fruits on each plant.

The observations have been made using the current observation techniques, experimental data processing has been performed using statistical and mathematical methods and those data regarding the production were calculated and interpreted on the basis of variance analysis (ANOVA).

### Results and discussion

A production of cultivars is the result of organisms' vital activity, being influenced by it's genophond that interfears directly (the strike control of different production components) or indirectly (by their action on the the growing and development of the organism in different environment conditions). Therefore, this characteristic is extremely complex and as it has been shown, strongly genetic related, but at the same time tough influenced by the environment. In other words, the productivity of an individual (descendence) represents the interaction effect between the genotype and expression possibility that it's been offered through the environmental conditions that exist.

In general, the production capacity of a hybrid is got by the physiologic habit as well as the morphologic characteristics, the last being easy to evaluate. The main morphology characters that participate to the plant production are known as production elements.

## Effect of zeolites use on the yield components of greenhouse cultivated tomato

In this sense, during the growing period some observations regarding quantity order, such as the fruit weight on each fructification cluster were made (Berar et al., 2010).

The experimental results obtained through the comparison of the hybrids and the nutritive substrate variants are presented in tables 1 - 4.

**Table 1. The average yield (kg/plant) of two hybrids of tomato (Comparison of the hybrids), Didactic Base Timișoara – 2010-2011**

Tomato hybrid	Average yield / plant (kg)	Relative production of fruits / plant (%)	Difference (kg)	Significance
a <sub>2</sub> -a <sub>1</sub>	5.34-5.63	94.91	- 0.29	-
LSD <sub>5%</sub> = 0.61 kg      LSD <sub>1%</sub> = 1.12 kg      LSD <sub>0.1%</sub> = 2.47 kg; Legend: a <sub>1</sub> – Venezia F <sub>1</sub> ; a <sub>2</sub> – Klass F <sub>1</sub> .				

**Table 2. The differences of average yields (kg/plant) of tomato hybrids according to the substrate mixtures (Comparison of the nutritive substrate variants), Didactic Base Timișoara – 2010-2011**

Substrate mixture	Average yield / plant (kg)	Relative production of fruits / plant (%)	Difference (kg)	Significance
b <sub>2</sub> -b <sub>1</sub>	5.53-5.36	103.15	0.17	-
b <sub>3</sub> -b <sub>1</sub>	6.27-5.36	116.94	0.91	**
b <sub>4</sub> -b <sub>1</sub>	5.51-5.36	102.80	0.15	-
b <sub>5</sub> -b <sub>1</sub>	4.75-5.36	88.67	- 0.61	o
b <sub>3</sub> -b <sub>2</sub>	6.27-5.53	113.37	0.74	*
b <sub>4</sub> -b <sub>2</sub>	5.51-5.53	99.66	- 0.02	-
b <sub>5</sub> -b <sub>2</sub>	4.75-5.53	85.96	- 0.78	o
b <sub>4</sub> -b <sub>3</sub>	5.51-6.27	87.91	- 0.76	o
b <sub>5</sub> -b <sub>3</sub>	4.75-6.27	75.83	- 1.52	ooo
b <sub>5</sub> -b <sub>4</sub>	4.75-5.51	86.26	- 0.76	o

LSD<sub>5%</sub> = 0.60 kg      LSD<sub>1%</sub> = 0.81 kg      LSD<sub>0.1%</sub> = 1.08 kg  
 Legend: b<sub>1</sub> (Mt) – 50% manure, 40% garden soil and 10% sand; b<sub>2</sub> – 40% manure, 40% garden soil, 10% peat and 10% sand; b<sub>3</sub> – 50% manure, 10% garden soil, 10% peat, 5% sand and 25% zeolite; b<sub>4</sub> – 20% manure, 20% garden soil, 5% peat, 5% sand and 50% zeolite; b<sub>5</sub> – 10% manure, 5% garden soil, 5% peat, 5% sand and 75% zeolite.

**Table 3. The differences of average yield (kg/plant) regarding the tomato hybrids (a. and a.) and substrate mixtures (b.-b.) (Comparison of the nutritive substrate variants for each hybrid), Didactic Base Timișoara – 2010-2011**

Treatments	Average yield fruits / plant (kg)	Relative production of fruits / plant (%)	Difference (kg)	Significance
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> -a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	5.63-5.47	102.99	0.16	-
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> -a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	6.47-5.47	118.34	1.00	*
a <sub>1</sub> b <sub>4</sub> -a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	5.62-5.47	102.78	0.15	-
a <sub>1</sub> b <sub>5</sub> -a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	4.94-5.47	90.36	- 0.53	-
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> -a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	6.47-5.63	114.90	0.84	*
a <sub>1</sub> b <sub>4</sub> -a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	5.62-5.63	99.80	- 0.01	-
a <sub>1</sub> b <sub>5</sub> -a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	4.94-5.63	87.74	- 0.69	-
a <sub>1</sub> b <sub>4</sub> -a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	5.62-6.47	86.85	- 0.85	o
a <sub>1</sub> b <sub>5</sub> -a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	4.94-6.47	76.36	- 1.53	ooo
a <sub>1</sub> b <sub>5</sub> -a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	4.94-5.62	87.92	- 0.68	-
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> -a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	5.43-5.25	103.31	0.17	-
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> -a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	6.06-5.25	115.48	0.81	-
a <sub>2</sub> b <sub>4</sub> -a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	5.40-5.25	102.82	0.15	-
a <sub>2</sub> b <sub>5</sub> -a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	4.56-5.25	86.91	- 0.69	-
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> -a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	6.06-5.43	111.78	0.64	-
a <sub>2</sub> b <sub>4</sub> -a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	5.40-5.43	99.52	- 0.03	-
a <sub>2</sub> b <sub>5</sub> -a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	4.56-5.43	84.12	- 0.86	o
a <sub>2</sub> b <sub>4</sub> -a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	5.40-6.06	89.03	- 0.67	-
a <sub>2</sub> b <sub>5</sub> -a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	4.56-6.06	75.26	- 1.50	oo
a <sub>2</sub> b <sub>5</sub> -a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	4.56-5.40	84.53	- 0.84	o

LSD<sub>5%</sub> = 0.84 kg      LSD<sub>1%</sub> = 1.14 kg      LSD<sub>0.1%</sub> = 1.53 kg  
 Legend: a<sub>1</sub> – Venezia F<sub>1</sub>; a<sub>2</sub> – Klass F<sub>1</sub>; b<sub>1</sub> (Mt) – 50% manure, 40% garden soil and 10% sand; b<sub>2</sub> – 40% manure, 40% garden soil, 10% peat and 10% sand; b<sub>3</sub> – 50% manure, 10% garden soil, 10% peat, 5% sand and 25% zeolite; b<sub>4</sub> – 20% manure, 20% garden soil, 5% peat, 5% sand and 50% zeolite; b<sub>5</sub> – 10% manure, 5% garden soil, 5% peat, 5% sand and 75% zeolite.

**Table 4.** The influence of the culture substrate and hybrid upon the average production of fruits/plant (Comparison of the nutritive substrate variants for different hybrid), Didactic Base Timișoara – 2010-2011

Mixture of facts	Average production of fruits / plant (kg)	Relative production of fruits / plant (%)	Difference (kg)	Significance
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> -a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	5.25-5.47	96.02	- 0.22	-
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> -a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	5.43-5.63	96.32	- 0.21	-
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> -a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	6.06-6.47	93.71	- 0.41	-
a <sub>2</sub> b <sub>4</sub> -a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	5.40-5.62	96.06	- 0.22	-
a <sub>2</sub> b <sub>5</sub> -a <sub>1</sub> b <sub>5</sub>	4.56-4.94	92.35	- 0.38	-
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> -a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	5.43-5.47	99.20	- 0.04	-

LSD<sub>5%</sub> = 0.95 kg      LSD<sub>1%</sub> = 1.42 kg      LSD<sub>0.1%</sub> = 2.36 kg

Legend: a<sub>1</sub> – Venezia F<sub>1</sub>; a<sub>2</sub> – Klass F<sub>1</sub>; b<sub>1</sub> (Mt) – 50% manure, 40% garden soil and 10% sand; b<sub>2</sub> – 40% manure, 40% garden soil, 10% peat and 10% sand; b<sub>3</sub> – 50% manure, 10% garden soil, 10% peat, 5% sand and 25% zeolite; b<sub>4</sub> – 20% manure, 20% garden soil, 5% peat, 5% sand and 50% zeolite; b<sub>5</sub> – 10% manure, 5% garden soil, 5% peat, 5% sand and 75% zeolite.

By analyzing the experimental results presented in table 1 in can be observed that there were no significant differences between the yields of the two hybrids.

By analyzing the experimental results presented in table 2 the following observation can be shown: the yield per plant varied between 4.75 kg (b<sub>5</sub>) and 6.27 kg (b<sub>3</sub>); distinct significant positive differences are obtained by comparing substrate variants b<sub>3</sub> with b<sub>1</sub>.

The comparative analysis of the experimental results presented in table 3 show significant differences of production of fruits/ plant when compared variants a<sub>1</sub>b<sub>3</sub> with variants a<sub>1</sub>b<sub>1</sub> and a<sub>1</sub>b<sub>2</sub>, for hybrid 'Venezia'.

The comparative analysis of the experimental results presented in table 4 shows that there were no significant differences between the yields of two hybrids.

### Conclusions

Using the zeolite in soil mixtures represents an alternative to the classical nutritive substrate, composed of those of three or four bases of organic and inorganic components.

Adding zeolite in the composition of the culture substrate for the cultivation of tomatoes cultivated in greenhouses contributes to the obtaining of higher average yield per plant compared to the classical variants (50% manure, 40% garden soil and 10% sand).

The higher yield was obtained in substrate mixture in case of using 25% zeolite in the substrate compositions; increase is of 13-18%.

Significant positive effects on yield were obtained in variant b<sub>3</sub> (50% manure, 10% garden soil, 10% peat, 5% sand and 25% zeolite).

### References

- Aleksiev, B. S., E. G. Djourova (1974). Zeolite rocks: Classification and nomenclature. *Comptes-Rendus Acad. Bulgaria Science*, 27(3): 373-374.
- Berar V., Gh. Poșta, F. Sala, I. Radulov, I. Lungu (2010). Researches Concerning the Use of Zeolites in the Culture Substrate of Tomatoes in Greenhouses. *Bulletin UASVM Horticulture*, 67(1): 219-223.
- Berar V., Gh. Poșta, F. Sala, I. Radulov, I. Lungu, Al. Lazăr (2011). Researches Concerning the Use of Zeolites in the Culture Substrate of Tomatoes in Greenhouses Solarium Type. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, Horticulture*, 68(1): 205-209.
- Bernardi, Alberto C. de Campos et al. Dry matter production and nutrient accumulation after successive crops of lettuce, tomato, rice and andropogongrass in a substrate with zeolite (2010). *Rev. Bras. Ciênc. Solo* [online], vol.34, n.2, pp. 435-442.
- Ciofu, R., N. Stan, V. Popescu, P. Chilom, S. Apahidean, A. Horgoș, V. Berar, K. F. Lauer, and N. Atanasiu (2003). *Tratat de legumicultură*. Editura Ceres. București.
- Fecondini M., M. Mezzetti, F. Orsini, G. Gianquinto, S. Poppi (2009) Zeolites in media mixes for soilless production: First results on tomato, *Acta Horticulturae* 893.

## Effect of zeolites use on the yield components of greenhouse cultivated tomato

- Lafrenière C., V. Surrage, M.A. Dixon, Y. Zheng (2009) Evaluation of zeolite as a component in organic growing substrates for tomato transplant production, *Acta Horticulturae* 893.
- Monolov, I., D. Antonov, G. Stoilov, I. Tsarevo and M. Baev (2005). Jordanian zeolitic tuff as a raw material for the preparation of substrates used for plant growth. *JCEA*. 6(4): 485-494.
- Oshima S., F. Ojima, H. Sakamoto, Y. Ishiguro, J. Terao (1996). Supplementation with carotenoids inhibits singlet-oxygen-mediated oxidation of humus plasma low density lipoprotein. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44: 2306-2309.
- Sima R., S. Al. Apahidean, M. Apahidean, D. Măniuțiu, L. Paulette (2008). Yield, Physical and Chemical Characteristics of Greenhouse Tomato Grown on Soil and Organic Substratum. *Proceedings, 43<sup>rd</sup> Croatian and 3<sup>rd</sup> International Symposium on Agriculture Opatija, Croatia. Vegetable Growing*: 439-443.

### Acknowledgment

The researches were funded by CNCSIS Bucharest Exploratory Research Project ID\_1667: Possibilities concerning the use of zeolites in the biodynamic concept and the elaboration of some technological models for the forced cultivation of tomatoes, project number 1048/2009, Project Manager: Prof .dr. Berar Viorel.

**sa2012\_0406**

# Sadržaj eteričnog ulja u biljci *Satureja hortensis* L. podrijetlom iz Pelistersko - pelagonijske regije

Dijana BLAŽEKović - DIMOVSKA<sup>1</sup>, Marija SRBINOSKA<sup>2</sup>, Vesna RAFAJLOVSKA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Univerzitet "Sv. Kliment Ohridski"- Bitola, Fakultet biotehničkih nauka, Partizanska bb, Bitola, Makedonija (e-mail: dijanablazekovic@yahoo.com)

<sup>2</sup>Univerzitet "Sv. Kliment Ohridski"- Bitola, Znanstveni duhanski institut, ul. Kičevska bb, Prilep, R. Makedonija

<sup>3</sup>Univerzitet "Sv. Kiril i Metodij"- Skopje, Tehnološko – metalurški fakultet, Skopje, Makedonija

## Sažetak

Biljna porodica Lamiaceae (syn. Labiatae) sastoji se od više od 252 roda i 7000 biljnih vrsta. Rod *Satureja* L. (čubar) uključuje više od 30 vrsta. Cilj ovog rada je određivanje hidrodestilacijske kinetike eteričnog ulja iz suhe herbe *Satureja hortensis* L., korištenjem aparature po Unger-u. Isto tako, utvrđuje se kako biljni materijal utječe na vrijeme trajanja hidrodestilacije te konačnu količinu eteričnog ulja s ciljem poboljšanja dobivanja istog. Proizvodnja eteričnih ulja i njegov sastav u biljkama uglavnom ovise o kombinaciji utjecaja genetskih čimbenika i uvjeta uzgoja (klima, gustoća sklopa biljaka, način i vreme berbe), kao i o tehnici same ekstrakcije.

Ključne riječi: čubar *Satureja hortensis* L., eterično ulje, hidrodestilacija

## The content of essential oil in *Satureja hortensis* plants originating from Pelisterian - pelagonian region

### Abstract

Lamiaceae (syn. Labiatae) herb family consists of more than 252 genera and 7000 species. The genus *Satureja* L. (savory) includes more than 30 species. The objective of this study was to determine the hydro-distillation kinetics of *Satureja hortensis* L. essential oil using the Unger-type apparatus. It was also investigated how the raw plant material affect duration of hydro-distillation and the final yield of the essential oil in order to improve the essential oil production process. Production of essential oil and its composition in plants is mainly affected by the combined influences of both genetic factors and cultivation conditions such as climate, plant density and extraction technique.

Key words: summer savory, *Satureja hortensis* L., essential oil, hydro-distillation

### Uvod

Porodica Lamiaceae (syn. Labiatae) sastoji se od više od 252 roda i 7000 vrsta biljaka. Rod *Satureja* L. (čubar) uključuje više od 30 vrsta. Prostorna raspodjela roda *Satureja* pokriva područje južne i jugoistočne Europe, Azije i sjeverne Afrike, sa središtem pretežito na Sredozemlju (Ball i Getliffe, 1973). Najpoznatija vrsta, koja je i najviše korištena, jest *Satureja hortensis* L. (ljetni čubar), jednogodišnja aromatična biljka s linearno ili linearno-oblancoolatnim lišćem i bijelim cvjetovima koji su smješteni na uspravnoj stabljici.

Zbog eteričnog ulja čubar se koristi kao začim hrane i pića, a zbog prisutnost antimikrobnih tvari ima potencijal kao prirodno sredstvo za očuvanje hrane (Mihajilov-Krstev *et al.*, 2010). Eterično ulje biljke



*Satureja hortensis* L. ima antioksidacijsko, antibakterijsko i antifungalno djelovanje. Hidrodestilacija je najčešći način ekstrakcije eteričnih ulja. U hidrodestilacijskom postupku materijal je uronjen u vodu koja se zagrijava do točke vrenja pomoću vanjskog izvora topline (Guenther, 1952). Proizvodnja eteričnih ulja i njihov sastav u biljkama uglavnom ovisi o kombinaciji utjecaja genetskih čimbenika i uvjeta uzgoja kao što su klima, gustoća biljaka, kao i tehnika ekstrakcije.

Sefidkon *et al.* (2006) proveli su istraživanja udjela eteričnog ulja u herbi čubra uzgajanog u Iranu i sušene na suncu, u hladu i u sušari. Udio eteričnog ulja (v/w) u herbi sušenoj u sušari bio je 1,06 %, u sušenoj u hladu 0,94 %, a na suncu 0,87 %. Svoboda *et al.* (1990) analizirali su udio eteričnog ulja u različitim fazama razvoja čubra u Škotskoj te su zaključili da je optimalno vrijeme za košnju herbe u razdoblju od početka do sredine cvatnje. Hejja (2003) je također utvrdio da je količina eteričnog ulja čubra najveća kada se biljna masa prikuplja prije pune cvatnje. Prema istraživanju Lampronti *et al.* (2006), udio eteričnog ulja u biljaka čubra porijeklom iz Irana iznosi 0,85 %, dok Kutta *et al.* (2007) u Mađarskoj dobivaju udio 1,24 %. Prema istraživanju Akgül *et al.* (1986) kultivirani čubar iz regije Erzurum u Turskoj sadrži 2,9 % eteričnog ulja s udjelom karvakrola 30,6 %. Prema Chialva *et al.* (1980), najveći udio eteričnog ulja prisutan je u biljaka porijeklom s područja bivše Jugoslavije (2,7 %), dok je najmanji u biljaka iz Italije (0,6 %). Baser *et al.* (2004) ispitivali su udio i sastav eteričnog ulja u biljaka čubra sakupljenih na 20 različitih lokaliteta u Turskoj, pri čemu su ustanovili variranje od 1,30 do 2,67 %. Najniži udio eteričnog ulja u biljci *Satureja hortensis* objavljen je od strane Lawrence (1993) i iznosi 0,3 – 0,5 %.

Cilj ovog rada je određivanje hidrodestilacijske kinetike eteričnog ulja iz herbe čubra te utjecaj biljnog materijala na vrijeme trajanja hidrodestilacije i količinu eteričnog ulja, u svrhu poboljšanja dobivanja istog.

## Materijal i metode rada

### Prikupljanje biljnog materijala

Biljni materijal čubra proizveden je kod lokalnog poljoprivrednika iz pelagonijskog područja (Bitola) na 675 m nadmorske visine, prikupljan u lipnju 2008, u vremenskom razdoblju od 5:30 do 07:30 sati, pri prosječnoj temperaturi zraka od 20,7 °C i prosječnoj relativnoj vlažnosti zraka od 75%.

### Botanička determinacija

Botanička determinacija biljnog materijala čubra obavljena je na Odjelu za botaniku i mikrobiologiju Fakulteta poljoprivrednih znanosti i hrane u Skopju pod vodstvom Silvine Manasievske – Simić. Uzorci su određeni kao *Satureja hortensis* L. (čubar) i pohranjeni su u herbariju spomenutog fakulteta. Determinaciju je potvrdio Nikola Hristovski, na Fakultetu biotehničkih nauka u Bitoli i Jochen Heinrichs, kustos herbarija u Göttingenu (GOET), Albrecht von Haller Institute of Plant Sciences, Department of Systematic Botany, University of Göttingen, Njemačka. Determinacija je obavljena prema Flora Europaea (Vol. 3), a uzorci su pohranjeni u herbariju na Sveučilištu u Göttingenu.

### Sušenje i mljevenje biljnog materijala

Proces sušenja počeo je dan nakon prikupljanja biljnog materijala, a odvijao se u sušari, uz stalno strujanje zraka temperature do 30 °C tijekom četiri dana. Materijal je bio razmješten u tankom sloju zbog lakšeg sušenja. Prije mljevenja suhog biljnog materijala uklonjeni su drvenasti dijelovi biljaka, a mljevenje je obavljeno pomoću električnog mlina sa sitom granulacije 0,25 mm.

### Hidrodestilacija biljnog materijala

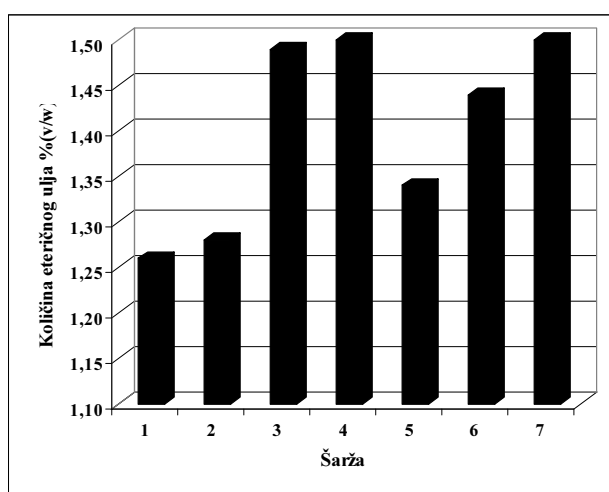
Hidrodestilacija suhog biljnog materijala provedena je aparaturom po Unger-u, uz hidromodul 1:5 (100 g biljna droga : 500 ml destilirana voda). Iz biljnog materijala uzeto je sedam uzoraka za hidrodestilaciju, koja je trajala 5 sati, a postupak rada i vrijeme trajanja destilacije za sve uzorke bili su isti.

## Rezultati i rasprava

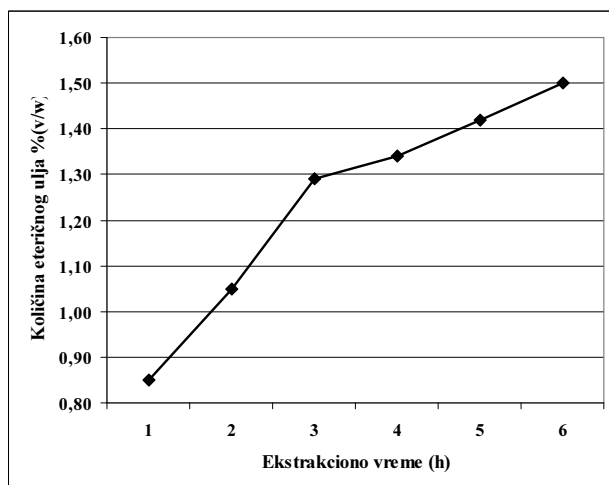
Kod aromatičnih biljaka iz porodice *Lamiaceae*, eterično je ulje smješteno egzogeno u žlijezdama i žljezdastim kanalima na površini epiderme.

Dobiveno eterično ulje čubra je bistra, žitko mobilna tekućina, blijedo-žute boje, ljutog okusa i karakterističnog jakog mirisa. Indeks refrakcije eteričnog ulja utvrđen refraktometrom pri 20 °C je  $n_D^{20} = 1,4973$ .

U grafikonu 1 vidi se da postoje značajne varijacije u udjelu eteričnog ulja u uzorcima suhe herbe čubra. Najveći je udio (v/w) 1,5 % u uzorcima III, IV i VII, dok je najmanji u uzorku I, odnosno, 1,26 %. Prosječni je udio 1,4 %, a standardna devijacija iznosi 0,105898. Dobiveni rezultati poklapaju se s rezultatima Akgül *et al.* (1986), Chialva *et al.* (1980) i Baser *et al.* (2004), a u suprotnosti su s rezultatima koje prezentiraju Sefidkon *et al.* (2006), Lampronti *et al.* (2006), Kutta *et al.* (2007) i Lawrence (1993). Primjerice, prema Sefidkon *et al.* (2006), udio eteričnog ulja u herbi čubra sušenoj u sušari je samo 1,06 %. Pored utjecaja uvjeta okoline, karakterističnih za ispitivano područje, u ovom slučaju razlika se može ogledati i u visini temperature u sušari tijekom procesa sušenja, kao i u vremenu trajanja procesa. Primjenom više temperature, kao i produžavanjem trajanja sušenja, gubi se veći dio hlapivih komponenata iz biljne mase, odnosno, smanjuje se udio eteričnog ulja. Dobiveni rezultati su sukladni zaključcima koje donose Svoboda *et al.* (1990) i Hejja (2003), prema kojima se optimalni udio eteričnog ulja iz herbe čubra dobiva kada se košnja biljne mase obavlja prije faze pune cvatnje biljke. Na ovo se nadovezuje i zaključak da je razlika u sadržaju eteričnog ulja iz iste biljne vrste, ali koja potiče iz različitih lokacije, pod jakim utjecajem uvjeta okoline. Temeljem navedenog može se tvrditi da Pelistersko - pelagonijska regija predstavlja optimalno područje za uzgajanje čubra.



Grafikon 1. Udjeli eteričnog ulja u suhoj herbi čubra u ovisnosti o uzorku



Grafikon 2. Prikaz kinetike oslobađanja eteričnog ulja iz suhe herbe čubra.

Već je rečeno da postoje evidentne razlike u udjelu eteričnog ulja u ispitivanim uzorcima biljnog materijala, iako su postupak rada i vrijeme trajanja postupka bili isti. Dobivene razlike mogu se tumačiti varijacijom

temperature grijaćeg tijela aparata za hidrodestilaciju, koja utječe na količinu vode koja isparava, a time i na količinu dobivenog kondenzata koji istječe iz hladila i slijeva se u kapilarnu građiranu cijev.

Kinetika odvijanja procesa hidrodestilacije praćena je volumetrijski tijekom pet sati, očitavanjem količine eteričnog ulja sakupljenog u građiranoj zbirnoj cijevi svakih sat vremena.

Tijekom petosatne hidrodestilacije eteričnog ulja 70 % njegove konačne količine dobije se odmah nakon prvog sata destilacije (grafikon 2). Nakon drugog sata, količina dobivenog ulja je 86 % od konačne količine, a nakon trećeg i četvrtog sata 89 i 95 % od konačne količine. Vrlo malo ulja (5 %) oslobađa se u zadnjem, petom satu destilacije. Evidentno je, dakle, da su najprinosnija prva dva sata destilacije, s ukupno 86 % od konačne količine eteričnog ulja, dok se preostalih 14 % dobiva u naredna tri sata. No, skraćivanjem trajanja destilacije moguća je nepotpuna ekstrakcija nekih komponenti eteričnog ulja koje su nosioci njegovog specifičnog djelovanja, što bi trebalo potvrditi narednim istraživanjima.

### Zaključak

Procesi nakon žetve (metoda sušenja i trajanje ekstrakcije) imaju veliki značaj u proizvodnji eteričnog ulja jer utječu na količinu i kvalitetu eteričnog ulja. Prosječni sadržaj eteričnog ulja u suhoj herbi čubra porijeklom iz Pelistersko - pelagonijske regije iznosi 1,4 % (v/w), što se može smatrati optimalnim i može se zaključiti da Pelistersko - pelagonijska regija predstavlja područje pogodno za uzgoj ove biljne vrste. U petosatnoj hidrodestilaciji, 86 % konačne količine eteričnog ulja dobiva se nakon drugog sata destilacije, no ne preporuča se skraćivanje procesa radi činjenice da može doći do nepotpune ekstrakcije komponenti eteričnog ulja koje su nosioci antimikrobnih i drugih svojstava, a to bi trebalo potvrditi narednim istraživanjima.

### Literatura

- Akgul A., Bayrak A., Dogan A. (1986). Research into *Satureja* used as oregano in Turkey. Gida 11(5):273-277.
- Baser K.H.C., Özek T., Kirimer N., Tümen G. (2004). A comparative study of the essential oils of wild and cultivated *Satureja hortensis* L. Journal of Essential Oil Research 16, 584-589
- Ball P.W., Getliffe F.M. (1973). In: Flora Europaea 3 (T.G. Tutin, J.R. Heywood, V.H. Moore, S.M. Valentine, D.A. Webb, Eds.), The University Press, Cambridge, pp. 163-165.
- Chialva F., Liddle P.A.P., Ulian F., De Smedt P. (1980). Indagine sulla composizione dell'olio essenziale di *Satureja hortensis* L. cultivate in Piemonte e confronta con alter di diversa origine. Riv. Italy. E.P.P.O.S. 62:297-300.
- Mihajilov-Krstev T., Radnović D., Kitić D., Stojanović-Radić Z., Zlatković Z. (2010). Antimicrobial activity of *Satureja hortensis* l. essential oil against pathogenic microbial strains. Arch. Biol.Sci.61,(1), 159-166
- Guenther E. (1952). The Essential Oils, Vol. IV. Van Nostrand Company, Inc., Toronto, pp. 186.
- Hejja M. (2003). Comparative evaluation of summer savory (*Satureja hortensis*) populations of different origins. Summary of PhD Thesis.
- Lampronti I., Saab M.A., Gambari R. (2006). Antiproliferative activity of essential oils derived from plants belonging to the Magnoliophyta division. International Journal of oncology 29:989-995.
- Lawrence B.M. (1993). Labiatae oils – Mother Nature's chemical factory. Essential oils 1988-1991, Allured Publ. Corp., Carol Stream, IL, pp. 188-206.
- Kutta G., Pluhar Zs., Sarosi Sz. (2007). Yield and composition of supercritical fluid extracts of different Lamiaceae herbs. International Journal of Horticultural Science 13 (2):79-82
- Sefidkon, F., Abbasi, K., and G. B. Khaniki (2006). Influence of drying and extraction methods on yield and chemical composition of the essential oil of *Satureja hortensis*. Food Chemistry, 99, 19-23.
- Svoboda K.P., Hay R.K.M., Waterman P.G. (1990). Growing summer savory (*Satureja hortensis*) in Scotland, quantitative and qualitative analysis of the volatile oil and factors influencing oil production. J.Sci.Food Agric.,53:193-202.

sa2012\_0407

# Characteristics of a new onion line

Josip ĆOTA<sup>1</sup>, Jelica GVOZDANOVIĆ-VARGA<sup>2</sup>, Mustafa ĐELILOVIĆ<sup>1</sup>, Mirjana VASIĆ<sup>2</sup>,  
Janko ČERVENSKI<sup>2</sup>, Jelena ĆOTA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Federal Department of Agriculture, Butmirska cesta 40, Ilidža, 71000, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

<sup>2</sup>Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Serbia

(e-mail: jelica.varga@ifvcns.ns.ac.rs)

<sup>3</sup>Pharmaceutical Faculty, Vojvode Stepe 450, 11000 Belgrade, Serbia

## Abstract

Onions are used year round, either fresh (green onions, mature bulbs) or processed (dehydrated, canned). Each type of use requires a specific cultivar and production technology. Only a correct choice of cultivar ensures high yield and quality.

The paper reviews the characteristics of a new line of onion (Zenički) developed at the Federal Department of Agriculture in Sarajevo and its performance in Bosnia and Herzegovina. Tests were conducted for three years (2008, 2009, and 2010) in two locations (Sarajevo-Butmir; Ravno-Velja Međa). The trials were conducted in a randomized block design with five replications. The following production characteristics were tested: bulb weight, shape, bulb skin tightness and colour, plant height, length of growing season, and yield of bulbs. The tested quality characteristics included dry matter content, total sugars and acids content. The cultivar Stuttgarter was used as the check. The bulb of the new line was found to have yellow-brown bulb skin, flat shape (index - 0.68), and an average weight of 109.85 g. The length of the growing season was 115 days. The line had high quality - the dry matter content was 14%, total sugars were 8.87%, and the taste was slightly pungent. The three-year average yield for both locations was 27.48 t/ha, which was 14.73% above the yield of the check.

Key words: yield, onion, new line

## Introduction

Onions are used all year round in various ways, including fresh consumption (spring onions, mature bulbs), dehydration, and canning. Each of these uses requires a specific type of growing technology and a particular selection of cultivars, which is why the goals of an onion breeding program will vary on a case to case basis (Gvozdanović-Varga et al., 1996).

The method of onion production also has to do with the cultivar's biological characteristics, environmental conditions, and the tradition of growing this crop (Lazić et al. 2000.). Characteristically, onion yields are the highest in countries in which the crop is grown directly from seeds and the modern growing technologies are fully utilized along with the appropriate cultivar range, whereas they are the lowest in countries in which the plant is grown from sets, as is typically the case in southeastern Europe (Gvozdenović et al. 2005) . In Bosnia and Herzegovina, onions are most commonly grown on smaller areas in which no irrigation systems are installed, which is why production of the crop from sets predominates in the country and the yields produced are at a very low level of about 7.8t/ha (FAO 2009).

The objective of this paper was to present a new onion line developed at the Federal Department of Agriculture in Sarajevo and discuss its suitability for cultivation in Bosnia and Herzegovina. The release and cultivation of this new line and controlled onion set production from it would increase the domestic production of the crop and reduce its importation from abroad.

### Material and methods

Trials with a new onion line under the designation of Zenički were conducted at the locations of Butmir (Sarajevo) and Velja Međa (Ravno) in Bosnia and Herzegovina over a period of three years (2008, 2009, and 2010). As the standard was used the cultivar Stuttgarter, which is cultivated from sets and is very commonly grown. The trials were set up according to a randomized block design with five replications. The size of the basic experimental unit was 4.5 m<sup>2</sup> (5m x 0.9m), with three rows per plot (30 x 10 cm), i.e. 150 plants per plot.

In both locations, the planting was done by hand in early April of 2008 and 2010 and late April of 2009. In the course of the growing season all of the required crop tending measures necessary for onion production were implemented. The date of technological maturity was recorded, so that the overall growth period for each of the cultivars was 115 days in the first year and 114 in the second and third.

After the onions were lifted and dried, the following traits were measured: yield, weight, shape, bulb skin tightness and colour of the bulb, plant height, and growth period duration. As for the qualitative traits, the following chemical analyses were performed on the bulbs: dry matter content, determined by drying at 104 °C; total sugars, determined according to Luf-Šurl; and the acid content.

The yield was processed by analysis of variance. The differences were tested by the LSD test significant at P=0.05 and P=0.01.

### Growing conditions during the trial

Before the trials were set up, average soils samples were taken and chemical analyses were carried out. At the Ravno-Velja Međa location, the soil was found to be alluvial and slightly alkaline to alkaline. The levels of total carbonates were increased, while the levels of active carbonates were moderate (at about 8.1%). Differences in chemical soil composition between the years 2008, 2009, and 2010 were minor. At the Butmir location, the soil was of the brown valley type. The Butmir soil was poorly supplied with phosphorus and moderately supplied with potassium in 2008. In 2009 and 2010, the same soil was moderately supplied with phosphorus and potassium.

Data from the weather stations at Sarajevo (Butmir) and Mostar (Ravno-Velja Međa) were used to obtain weather data for the growing seasons studied. Figures 1 and 2 show the mean monthly temperatures and precipitation sums during the onion growing season.

The weather conditions varied from one site to the other. At Butmir, the winters were harsh and the summers moderately warm. At Ravno, the winters were milder and there was more precipitation and the temperatures were higher in the summer. During the study, the air temperatures were within the long-term average range. The sum of precipitation at Ravno was higher than the long-term average.

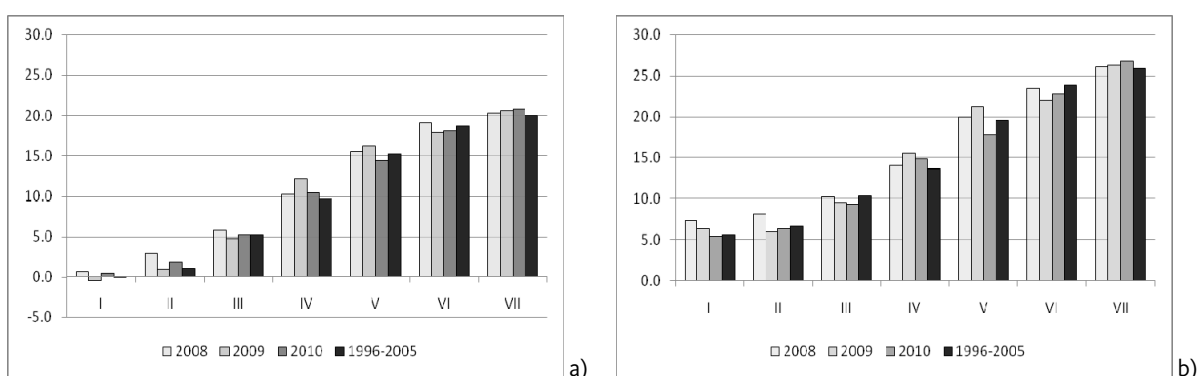


Figure 1. Mean monthly temperatures (°C) during the onion growing season (Sarajevo – Butmir; b) Mostar – Ravno)

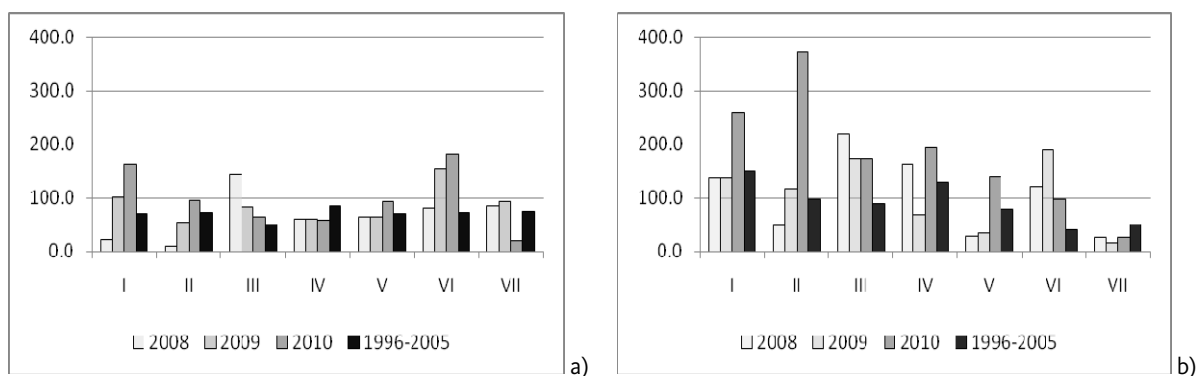


Figure 2. Monthly precipitation sums during the onion growing season, l/m<sup>2</sup> (Sarajevo – Butmir; b) Mostar – Ravno)

### Results and discussion

Shown in the table below are the major traits of the new line as compared to the variety Stuttgarter, which is grown from onion sets and has a very long tradition of being grown in the region. The new line is medium late (114 days), just as the standard is. The plants are well developed and have erect leaves that are dark green in colour and have a pronounced waxy coating. The height of the above ground portion of the plant is 59.91 cm, making the new line 2.8 cm taller than the standard (Table 1).

The new line is characterized by a flattened bulb (bulb index of 0.68) that is yellow-brown in colour and has a well closed neck. Its leaves are juicy and white-yellow in colour, while the bulb has 1-2 hearts. The number of hearts in the bulb is positively correlated with the number of germs (Gvozdanović-Varga *et al.*, 1996) but negatively correlated with bulb shape, so flattened varieties most often have 1-2 hearts with a larger number of germs. The average weight of the bulb over the three study years was 109.85 grams, which is 19.26 g more than what the standard has. The bulb is well enveloped and there are no cracks in the bulb skin. The average dry matter content over the three years was 14%, which is typical of onion populations from the former Yugoslavia that are grown from sets (Gvozdanović-Varga *et al.* 2005). One of the indicators of onion quality is the sugar content, which also affects the storage life of the bulb (Fenwick and Hanley 1990). The new line had a high level of total sugars (8.87%), but this was still lower than the standard (Table 2).

Table 1. Characteristics of the above-ground plant parts and the bulb

Variety	Plant height, cm	Mean bulb weight, g	Bulb index	Bulb skin tightness (1-9)	Colour	Pungency
Zenički	59.91	109.85	0.68	8	Yellow-brown	Mildly pungent
Stuttgarter	57.11	90.59	0.68	9	Yellow-brown	Mildly pungent

Table 2. Chemical composition (three-year average)

Variety	Trait		
	Dry matter, %	Acid, g per 100ml	Total sugars, %
Zenički	14.00	0.74	8.87
Stuttgarter	13.53	0.71	9.47

The levels of total acids as expressed through acetic acid were 0.74 g per 100ml in the new line but somewhat lower in the standard (0.7 g per 100ml).

Over the three years and across the locations, the new line produced an average yield of 27.48 t/ha, or 14.73% more than Stuttgarter (Table 3).

Climatic factors, namely temperature and precipitation, affected the yield levels in the study. The highest yield was produced in 2009 (Table 4), most importantly thanks to the optimal planting date that was used that year (late March). Planting dates later than that result in yield losses of 20-40% (Derawadan *et al.*, 2002).

## Characteristics of a new onion line

The two varieties had the lowest yields in 2010 – 19.11 t/ha, which was 12.59 t/ha less than what was obtained in 2009. The new line significantly outyielded the standard in 2008 in both locations. In 2009 at Butmir, the new line produced the highest yield among all the environments tested in the study, while in 2010 its yield at Ravno was higher than that at Butmir at the 5% significance level (Table 4).

Table 3. Effect of variety (three-year average across two sites)

Variety	Yield (t/ha)	Relative to standard (%)
Zenički	27.48*	114.73
Stuttgarter	23.95	100.00
LSD -5%	3.39	-
LSD -1%	5.32	-

Table 4. Yield by variety, year, and location (t/ha)

Variety	Year								
	2008			2009			2010		
	Ravno	Butmir	mean	Ravno	Butmir	mean	Ravno	Butmir	mean
Zenički	28.15**	29.55**	28.85	37.72	29.16**	33.44	20.26*	20.05	20.15
Stuttgarter	19.53	23.11	21.32	37.07	22.88	29.97	17.13	19	20.56
mean	23.84	26.33	25.08	37.39	26.02	31.70	18.69	19.52	19.11
LSD -5%	2.29	1.80	-	4.87	1.51	-	1.95	1.86	-
LSD -1%	3.60	2.62	-	7.12	2.17	-	3.20	3.08	-

## Conclusion

The new line of onion (Zenički) tested in this study had been developed at the Federal Department of Agriculture in Sarajevo. It is characterized by a high dry matter content, mildly pungent flavour, a flattened bulb that weighs over 100 grams, and a yield of 27.48 t/ha. The line's yields and quality parameters obtained in this study indicate that it is well adapted for growing in the climatic conditions of Bosnia and Herzegovina.

## Literature

- Derawadan S. A., Mohammad T., Abdul Ayub K., et al. (2002). Date of sowing and genotype interaction effect on the bulb yield of transplanted onion (*Allium cepa* L.). *Asian Journal of Plant Sciences*. 1(6):675-677.
- FAOSTAT (2009). [www.fao.org](http://www.fao.org)
- Fenvick G.R., Hanley A.B. (1990). *Chemical composition Onions and Allied crops*. Ed. H. D. Rabinowitch and J.L. Brewster.
- Gvozdanović-Varga J., Takač A., Vasić M., Panajotović J., Červenski J., (1996). Characters of bulbs of different onion populations (*Allium cepa* L.). *Genetika* 28(2):85-89.
- Gvozdanović-Varga J., Lazić B., Vasić M., Červenski J. (2005). Evaluation of onion (*Allium cepa* L.) genotypes. *Natura Montenegrina* 4:113-120.
- Gvozdanović, Dj., Vasić M., Gvozdanović-Varga J., Červenski J. (2005). Karakteristike priznatih sorti povrća u 2004. godini. *Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu* 42:103-112.
- Lazić B., Đurovka M., Gvozdanović-Varga J. (2000). Uticaj ekoloških uslova i agrotehničkih mera na prinos i kvalitet crnog luka. *Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu* 33:135-144.

sa2012\_0408

# Količina vitamina C u dva stadija zrelosti ploda paprike

Nadica DOBRIČEVIĆ, Sandra VOĆA, Jana ŠIĆ ŽLABUR, Božidar BENKO, Stjepan PLIESTIĆ, Ante GALIĆ

Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska  
(e-mail: ndobricevic@agr.hr)

## Sažetak

Cilj istraživanja bio je utvrditi količinu vitamina C u dva stadija zrelosti paprike. Određen je udio suhe tvari te količina vitamina C u svježoj i suhoj tvari. Udio suhe tvari u plodovima testiranih kultivara u stadiju tržne zrelosti ploda bio je u rasponu od 5,85 % do 7,26 %, dok je u stadiju fiziološke zrelosti bio u rasponu od 8,50 % do 8,91 %. Količina vitamina C je kod različitih kultivara u stadiju tržne zrelosti varirala od 71,82 do 139,44 mg na 100g svježeg ploda. Zabilježen je značajan porast količine vitamina C pri prijelazu iz tržne u fiziološku zrelost u kojoj je ona kod različitih kultivara bila u rasponu od 152,91 do 221,83 mg na 100 g svježeg ploda. Pri prijelazu iz tržne u fiziološku zrelost dolazi do povećanja udjela suhe tvari te povećanja količine vitamina C.

Ključne riječi: *Capsicum annuum* L., kultivari paprike, tržna zrelost, fiziološka zrelost, askorbinska kiselina

## Amount of vitamin C in two maturity stages of pepper fruit

### Abstract

The aim of this study was to determine the amount of vitamin C in two maturity stages of sweet peppers. It was determined the content of dry matter and the quantity of vitamin C in fresh and dry matter. The dry matter contents in the fruits of the tested cultivars in the first maturity stage were in the range from 5.85% to 7.26%, while in the physiological maturity stage ranged from 8.50% to 8.91%. The quantity of vitamin C in different cultivars in the first maturity stage ranged from 71.82 to 139.44 mg per 100 g fresh fruit. There was a significant increase in the quantity of vitamin C at the transition from the first stage of maturity for consumption in to the stage of physiological maturity, with a range from 152.91 to 221.83 mg per 100 g fresh fruit. At the transition from the first maturity stage to physiological maturity there was an increase of dry matter content as well as an increase of the quantity of vitamin C.

Key words: *Capsicum annuum* L., sweet pepper cultivars, consumption maturity, physiological maturity, ascorbic acid

### Uvod

Zbog bogatog sastava različitih vrsta antioksidativnih spojeva (Deepa i sur., 2007), paprika je prepoznata kao jedna od najboljih povrtnih kultura jer izrazito blagotvorno djeluje na zdravlje ljudi (Kaur i sur., 2002). Sadržaj antioksidansa u plodu paprike ovisi i o stadiju sazrijevanja ploda. Najveći sadržaj antioksidansa i vitamina C u plodu paprike postignut je kada paprika poprimi crvenu boju (Serrano i sur., 2010). Faza dozrijevanja odvija se do postizanja najboljih organoleptičkih osobina ploda. Kakvoća ploda paprike tijekom



faze dozrijevanja ploda pod utjecajem je brojnih biotičkih i abiotičkih čimbenika (Lee i sur., 2000). Najvažniji biotički faktor koji utječe na kvalitetu ploda paprike je genotip ili kultivar (Antoniali i sur., 2007). No osim kultivara, jedan od biotičkih čimbenika koji ima velik utjecaj na kvalitetu ploda je i vrijeme berbe (Simonne i sur., 1997). Proces dozrijevanja ploda paprike dovodi do tržne zrelosti u kojoj plod postiže odgovarajuću teksturu, boju kože, aromu i općenito povoljan biokemijski sastav, te je plod tada najbolji za konzumaciju. Dozrijevanje plodova očituje se prema nekoliko čimbenika, a između ostalog u promjeni boje epiderme i promjenama u kemijskom sastavu staničnog soka. Tijekom dozrijevanja ploda prvo nastupa tržna zrelost. To je stadij kada je povrće prikladno za konzumiranje, što znači da je plod postigao najbolji omjer ukupnih kiselina i šećera. Botanička ili fiziološka zrelost odnosno stadij u razvitku ploda kada je sjeme sposobno za reprodukciju, nastupa daljnjim sazrijevanjem ploda te plod postiže i najbolju kvalitetu (najveći sadržaj suhe tvari i vitamina C). U toj fazi plodovi postižu i maksimalnu veličinu, a sjemenke su dozrele i imaju reproduktivnu sposobnost. Tržna i fiziološka zrelost mogu nastupiti i u isto vrijeme, ali vrlo često one se ne podudaraju (Jašić, 2007).

### Materijal i metode

Pokus je postavljen na pokušalištu Zavoda za povrćarstvo Agronomskog fakulteta u Zagrebu po metodi slučajnog blokno rasporeda u tri repeticije. U pokusu je bilo 8 kultivara paprika: Cila, Nikita, Atol, Raiko, Dut, Olympus, Vedrana i 35-88 ubranih u dva stadija zrelosti (tržna i fiziološka zrelost). Svaki uzorak sastojao se od 10 plodova ujednačene zrelosti i krupnoće. Plodovima su odstranjena eventualna oštećenja, peteljka i kompletna sjemena loža te su plodovi laboratorijskim homogenizatorom homogenizirani u kašu. U homogeniziranim uzorcima svakog kultivara u laboratoriju je određen udio suhe tvari (%) sušenjem do konstantne mase pri 105 °C (AOAC, 1995), količina vitamina C u mg na 100 grama svježeg ploda 2,6-diklofenoindolfenol titrimetrijskom metodom (AOAC, 2002) i količina vitamina C u suhoj tvari (mg/100 g). Dobiveni podaci obrađeni su statistički u programu SAS, verzija 8.0 (SAS, 1990). Korišten je Duncanov test rangova na razini signifikantnosti 1 %.

### Rezultati i rasprava

Rezultati istraživanja prikazani su u tablici 1. Udio suhe tvari (%) u plodovima testiranih kultivara paprike ubranih u stadiju tržne zrelosti bio je u rasponu od 5,85 % (Vedrana) do 7,26 % (Dut), dok je u stadiju fiziološke zrelosti bio u rasponu od 8,50 % (Raiko) do 8,91 % (Cila) te je između analiziranih plodova utvrđena statistički visoko signifikantna razlika u oba stadija zrelosti. Količina vitamina C u svježim plodovima kultivara paprike ubranih u stadiju tržne zrelosti bila je u rasponu od 71,82 (Vedrana) do 139,44 mg/100 g (Cila) dok je u suhoj tvari bila u rasponu od 1094,99 (Olympus) do 2099,22 mg/100 g (Cila) sa statistički visokom signifikantnom razlikom za količinu vitamina C izraženog u svježem plodu i u suhoj tvari. Količina vitamina C u svježim plodovima kultivara paprike ubranih u stadiju fiziološke zrelosti bila je u rasponu od 152,91 (Olympus) do 221,83 (Cila) mg/100 g, dok je u suhoj tvari bila u rasponu od 1736,45 (Olympus) do 2489,11 (Cila) mg/100 g sa statistički visokom signifikantnom razlikom za količinu vitamina C izraženog u svježem plodu i u suhoj tvari. Prosječna vrijednost udjela suhe tvari kod svih 8 analiziranih kultivara paprike najviša je u stadiju fiziološke zrelosti plodova i iznosi 8,77 % što je statistički visoko signifikantna razlika u odnosu na udio suhe tvari u plodovima ubranim u stadiju tržne zrelosti (6,48 %). Tijekom dozrijevanja plodova trend povećanja udjela suhe tvari je očekivan. Zrenjem, u plodovima dolazi i do brojnih promjena kemijskog sastava što se očituje i povećanjem udjela suhe tvari (Jašić, 2007). Prema podacima iz tablice 1, prosječna vrijednost količine vitamina C u stadiju fiziološke zrelosti iznosi 174,84 mg/100 g svježeg ploda što je statistički visoko signifikantna razlika u odnosu na sadržaj vitamina C u plodovima koji su dostigli stadij tržne zrelosti (86,98 mg/100 g svježeg ploda). Općenito, prosječna količina vitamina C dobivena u ovom istraživanju (133,97 mg/100 g svježeg ploda) poklapa se s literaturnim podacima drugih autora (Deepa i sur., 2007). Kod plodova paprike ubranih u stadiju fiziološke zrelosti postoji visoko statistički signifikantna razlika količine vitamina C u suhoj tvari u odnosu na plodove ubrane u stadiju tržne zrelosti. U stadiju fiziološke zrelosti prosječna količina vitamina C u suhoj tvari iznosi 1994,74 mg/100 g, dok isti parametar u stadiju tržne zrelosti plodova paprike iznosi 1327,74 mg/100 g suhe tvari (tablica 1). Prema literaturnim podacima drugih autora postoje oprečna mišljenja. Deepa i sur. (2007) navodi da količina vitamina C pokazuje opadajući trend obzirom na napredovanje zrelosti kad se ona izražava prema suhoj tvari. Međutim, do pojave obrnutog trenda (povećanje količine s napredovanjem zrelosti) dolazi

kada se količina vitamina C izražava u odnosu na masu svježeg ploda (Navarro i sur., 2006). Ovakva pojava može se objasniti time što u različitim stadijima dozrijevanja paprike dolazi i do promjene sadržaja vlage (Howard, 1994; Marin i sur., 2004). U ovom istraživanju trend povećanja količine vitamina C s napredovanjem zrelosti, odnosno prelaskom plodova iz stadija tržne u fiziološku zrelost, prisutan je i kada je količina vitamina C izražavana u svježem plodu i u suhoj tvari.

Tablica 1. Udio suhe tvari, količina vitamina C u svježoj tvari i u suhoj tvari u plodovima ubranim u dva stadija zrelosti

Sorte	Tržna zrelost			Fiziološka zrelost		
	Suha tvar, %	Vitamin C, mg na 100 g svježeg ploda	Vitamin C, mg na 100 g suhe tvari ploda	Suha tvar, %	Vitamin C, mg na 100 g svježeg ploda	Vitamin C, mg na 100 g suhe tvari ploda
Cila	6,64 <sup>d</sup>	139,44 <sup>g</sup>	2099,22 <sup>c</sup>	8,91 <sup>a</sup>	221,83 <sup>a</sup>	2489,11 <sup>a</sup>
Nikita	6,25 <sup>ef</sup>	82,40 <sup>k</sup>	1317,75 <sup>j</sup>	8,68 <sup>ab</sup>	195,21 <sup>b</sup>	2250,21 <sup>b</sup>
Atol	6,49 <sup>de</sup>	75,80 <sup>l</sup>	1168,22 <sup>k</sup>	8,79 <sup>ab</sup>	163,42 <sup>e</sup>	1859,41 <sup>f</sup>
Raiko	6,09 <sup>gf</sup>	84,66 <sup>j</sup>	1389,32 <sup>i</sup>	8,50 <sup>b</sup>	171,55 <sup>c</sup>	2019,18 <sup>d</sup>
Dut	7,26 <sup>c</sup>	107,02 <sup>i</sup>	1478,38 <sup>h</sup>	8,78 <sup>ab</sup>	167,85 <sup>d</sup>	1912,58 <sup>ef</sup>
Olympus	6,64 <sup>d</sup>	72,56 <sup>m</sup>	1094,99 <sup>l</sup>	8,81 <sup>ab</sup>	152,91 <sup>f</sup>	1736,45 <sup>g</sup>
Vedrana	5,85 <sup>g</sup>	71,82 <sup>n</sup>	1227,69 <sup>n</sup>	8,82 <sup>ab</sup>	172,44 <sup>c</sup>	1954,48 <sup>de</sup>
35-88	6,61 <sup>d</sup>	111,16 <sup>h</sup>	1684,02 <sup>h</sup>	8,84 <sup>a</sup>	153,51 <sup>f</sup>	1736,47 <sup>g</sup>
Int. S×Z	**	**	**	**	**	**

Int. S×Z = interakcija sorte i stadija zrelosti; \*\* =  $p < 0,01$  Duncanov test signifikantnosti razlika (1%)

## Zaključci

S obzirom na istraživane parametre (udio suhe tvari, količina vitamina C u svježoj i suhoj tvari) ploda 8 analiziranih kultivara paprike, može se zaključiti da rok berbe, odnosno, stadij zrelosti plodova uvelike utječu na kemijski sastav plodova.

Plodovi paprike ubrani u stadiju fiziološke zrelosti pokazuju znatno veće vrijednosti istraživanih parametara u odnosu na plodove ubrane u stadiju tržne zrelosti.

## Literatura

- Antoniali S., Ademar Martins Leal P., Magalhães A., Fuziki R.T., Sanches J. (2007). Physico-chemical characterization of 'Zarcho hs' yellow bell pepper for different ripeness stages. *Science Agriculturae (Piracicaba, Braz.)* 64:19-22.
- AOAC (1995). Official methods of analysis (16th ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- AOAC. (2002.). Official methods of analysis (17th ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- Deepa N., Kaur C., George B., Singh B., Kapor H.C. (2007). Antioxidant constituents in some sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes during maturity. *LWT-Food Science and Technology* 40:121-129.
- Howard, L. R., Smith, R. T., Wagner, A. B., Villalon, B., & Burns, E. E. (1994). Provitamin A and ascorbic acid content of fresh pepper cultivars (*Capsicum annuum* L.) and processed jalapenos. *Journal of Food Science* 59:362-365.
- Jašić M. (2007). Tehnologija voća i povrća. Tehnološki fakultet Tuzla, Tempus.
- Kaur C., Kapoor H.C. (2002). Antioxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables. *International Journal of Food and Science Technology* 37:153-161.
- Lee S.K., Kader A.A. (2000). Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology* 20:207-220.
- Marin, A., Ferreres, F., Tomas-Barberan, F. A., & Gil, M. I. (2004). Characterization and quantification of antioxidant constituents of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52:3861-3869.

#### **Amount of vitamin C in two maturity stages of pepper fruit**

SAS Institute (1990). SAS/STAT Users Guide, version 8 edition. Vol. 2. SAS Institute, Cary, NC., USA.

Serrano M., Zapata P.J., Castillo S., Guillén F., Martínez-Romero D., Valero D. (2010). Antioxidant and nutritive constituents during sweet pepper development and ripening are enhanced by nitrophenolate treatments. *Food Chemistry* 118:497-503.

Simonne A.H., Simonne E.H., Eitenmiller R.R., Mills H.A., Green N.R. (1997). Ascorbic acid and provitamin A contents in unusually coloured bell peppers (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Food Composition and Analysis* 10:299-311.

**sa2012\_0409**

# Utjecaj gnojidbe dušikom na hranidbenu vrijednost brokule

Sanja FABEK, Nina TOTH, Božidar BENKO, Sanja STUBLJAR, Nadica DOBRIČEVIĆ,  
Mirjana HERAK ĆUSTIĆ

Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska  
(e-mail: sfabek@agr.hr)

## Sažetak

Cilj istraživanja provedenog tijekom ljetno-jesenskog roka uzgoja 2009. godine, bio je utvrditi kemijski sastav vršnog i postranih cvatova brokule pri različitim dozama dušičnog gnojiva (0, 100 i 200 kg N ha<sup>-1</sup>), nakon skladištenja zamrzavanjem. Utvrđen je značajan utjecaj vrste cvata i doze gnojidbe dušikom na nutritivnu vrijednost cvatova brokule. Sadržaj suhe tvari bio je u rasponu od 12,17 do 14,92 %, dok je sadržaj ukupnih fenola varirao od 89,88 do 124,88 mg kg<sup>-1</sup> svježe tvari. Pri gnojidbi sa 100 kg N ha<sup>-1</sup> u postranim su cvatovima utvrđene najveće vrijednosti parametara kvalitete koje, uz prinos, dodatno opravdavaju višekratne berbe sorti brokule s izraženom produkcijom postranih cvatova.

Ključne riječi: *Brassica oleracea* var. *italica*, vršni i postrani cvatovi, suha tvar, ukupni fenoli, zamrzavanje

## Effect of nitrogen fertilization on the broccoli nutritional value

### Abstract

Research with the aim to determine the chemical composition of the top and lateral broccoli inflorescences at different doses of nitrogen fertilizer (0, 100 and 200 kg N ha<sup>-1</sup>) was carried out during summer-autumn growing period 2009. There was a significant effect of inflorescence type and rate of nitrogen fertilizer on the nutritional value of broccoli inflorescences. Dry matter content ranged from 12.17 to 14.92 %, while the total phenols varied from 89.88 to 124.88 mg kg<sup>-1</sup> fresh matter. Higher values of tested quality parameters in broccoli lateral inflorescences obtained by fertilization with 100 kg N ha<sup>-1</sup>, beside the yield, additionally justifies multiple harvest of broccoli cultivars with expressed production of lateral inflorescences.

Key words: *Brassica oleracea* L. var. *italica*, top and lateral inflorescence, dry matter, total phenols, freezing

### Uvod

Funkcionalna hrana opskrbljuje organizam osnovnim hranjivim tvarima i ima dodatnu fiziološku vrijednost time što pozitivno utječe na zdravlje ljudi. Od funkcionalnih namirnica biljnog porijekla, ističu se vrste roda *Brassica*, a posebice brokula jer je, uz vlakna i esencijalne minerale, prirodan izvor bioaktivnih spojeva - fitotvari kao što su glukozinolati, polifenoli, karotenoidi i vitamini (Moreno i sur., 2006; Jahangir i sur., 2009).

Nutritivna vrijednost varira uslijed utjecaja različitih čimbenika (genotip, rok uzgoja, tip tla, gnojidba dušikom, navodnjavanje), što otežava proizvodnju povrća kao funkcionalne hrane, od kojeg se očekuje ujednačena razina zdravstvene vrijednosti (Mithen i sur., 2000; Cartea i Velasco, 2008). Brokula za ostvarenje

visokog prinosa zahtijeva dobru opskrbljenost lako pristupačnim hranjivima, posebice dušikom, a za prinos od 12 t/ha potrebno je 200 kg N, 80 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 215 kg K<sub>2</sub>O i 25 kg MgO (Lešić i sur., 2004). S ciljem postizanja što većeg prinosa, proizvođači često primjenjuju prekomjernu količinu dušičnog gnojiva čime se smanjuje kvaliteta cvata brokule, a posebice koncentracija polifenola (Fortier i sur., 2010). Također, primjena velikih doza dušika može rezultirati nakupljanjem štetnih nitrata, ubrzanim rastom biljaka te fiziološkim poremećajem kao što je šupljikavost stabljike (Fabek, 2011). Kod brokule se osim vršnog, koriste i postrani cvatovi koji se razvijaju nakon berbe vršnog cvata i osiguravaju kontinuiranu opskrbu ovim povrćem. Vallejo i sur. (2003) te Cartea i Velasco (2008) navode da hranidbena i zdravstvena vrijednost brokule ovisi o biljnom dijelu, fazi rasta i razvoja, vremenu berbe, uvjetima kratkotrajnog skladištenja i načinu pripreme. Prema Vallejo i sur. (2003) koncentracija polifenola u postranim cvatovima brokule značajno je veća u odnosu na vršni cvat. Vitamin C i fenoli, a posebice flavonoidi, predstavljaju glavne antioksidanse koji neutraliziraju slobodne radikale u organizmu (Podsędek, 2007). Brokula je kao smrznuti proizvod dostupna na tržištu tijekom cijele godine, a Cieslik i sur. (2007) su utvrdili da zamrzavanje cvatova brokule rezultira smanjenjem koncentracije bioaktivnih spojeva. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi hranidbenu vrijednost vršnog i postranih cvatova brokule uzgajane pri različitim dozama dušičnog gnojiva nakon skladištenja zamrzavanjem.

### Materijal i metode

Istraživanje je provedeno u ljetno-jesenskom roku uzgoja 2009. godine na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu u Zagrebu. U poljskom pokusu postavljenom po metodi slučajnog bloknoeg rasporeda u četiri ponavljanja testirana je hibridna sorta brokule 'Marathon' i tri razine gnojidbe dušikom (0, 100 i 200 kg N ha<sup>-1</sup>). Presadnice s grudom supstrata sađene su 7. kolovoza na razmak 0,6 × 0,5 m čime je ostvaren sklop od 3,3 biljke m<sup>-2</sup>. Površina osnovne parcele bila je 12 m<sup>2</sup>. Na temelju kemijske analize tla utvrđena je dobra opskrbljenost humusom i osnovnim hranjivima te je određena gnojidba prema planiranom prinosu od 12 t ha<sup>-1</sup>. Pred sadnju provedena je osnovna gnojidba s 80 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 215 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> dok je dušik osiguran kroz prihrane amonijevim nitratom u tri navrata. Berba vršnog cvata započela je 80 dana nakon sadnje, a postranih cvatova tri tjedna kasnije. Uzorkovanje vršnog i postranih cvatova provedeno je 26. studenoga, a pripremljeni reprezentativni uzorci za analizu kemijskog sastava su zamrznuti. Nakon tri mjeseca čuvanja pri temperaturi -18 °C, standardnim analitičkim metodama za biljni materijal (AOAC, 2002) određeni su: suha tvar, topljiva suha tvar, ukupna kiselost i askorbinska kiselina (vitamin C), dok su ukupni fenoli, flavonoidi i neflavonoidi određeni Folin-Ciocalteu kolorimetrijskom metodom. Utjecaj gnojidbe dušikom na kemijski sastav vršnog i postranih cvatova brokule utvrđen je metodom analize varijance, a prosječne vrijednosti su testirane LSD testom na razini signifikantnosti p ≤ 0,05 i p ≤ 0,01.

### Rezultati i rasprava

Meteorološki uvjeti tijekom ljetno-jesenskog roka uzgoja brokule u 2009. godini, na području grada Zagreba, prikazani su u tablici 1. Temperature tijekom kolovoza i rujna bile su povoljne za rast i razvoj brokule, dok su od druge dekade listopada do kraja vegetacije zabilježeni temperaturni uvjeti bili značajno niži od optimalnih (15 do 18 °C) za rast brokule. Kako bi se osigurala kontinuirana opskrbljenost vodom prema potrebi provedeno je navodnjavanje kišenjem, budući da je količina oborina tijekom vegetacije, a posebice u rujnu bila nedovoljna.

Prema rezultatima analize kemijskog sastava prikazanim u tablici 2, u postranim cvatovima utvrđene su veće vrijednosti svih promatranih parametara, osim količine askorbinske kiseline (vitamina C). Gnojidba dušikom različito je utjecala na količinu topljive suhe tvari i askorbinske kiseline. Najveća je topljiva suha tvar (10,08 %) utvrđena pri gnojidbi s najvećom dozom dušika, dok je najveća količina askorbinske kiseline (64,09 mg 100 g<sup>-1</sup> svježe tvari) zabilježena na kontrolnim parcelama. Sadržaj suhe tvari bio je u rasponu od 12,17 do 14,92 %, dok je ukupna kiselost varirala od 0,186 do 0,283 %. U istraživanju Lisiewska i Kmiecik (1996) gnojidba dušikom nije utjecala na količinu vitamina C u cvatu brokule, dok je povećanje doze dušika sa 80 na 120 kg/ha rezultiralo 7 % manjom količinom vitamina C u cvatu cvjetače. Navedeno je suprotno rezultatima istraživanja Šlosár i sur. (2011) gdje je najveća količina vitamina C utvrđena pri gnojidbi sa 200 kg N ha<sup>-1</sup>, odnosno 15,2 % veća u odnosu na varijantu bez gnojidbe. Ovisno o gnojidbi dušikom, sadržaj askorbinske kiseline bio je u rasponu od 40,57 do 46,75 mg 100 g<sup>-1</sup> svježe tvari. Prema Acikgoz (2011) sadržaj vitamina C u cvatu brokule varirao je, ovisno o sorti i razdoblju sadnje, od 32,4 do 52,6 mg 100 g<sup>-1</sup> svježe

tvari pri čemu je najveća vrijednost utvrđena kod sorte 'Marathon' u kasno-jesenskom roku uzgoja, odnosno sadnji sredinom listopada. Koh i sur. (2009) navode veliko variranje u količini askorbinske kiseline testiranih sorti brokule (13,37 do 110,30 mg 100 g<sup>-1</sup> svježe tvari) pri čemu niže vrijednosti objašnjavaju oksidacijom u dehidroaskorbinsku kiselinu već i u svježim cvatovima. Lisiewska i Kmiecik (1996) navode da se količina vitamina C u cvatu brokule i cvjetače nije značajno smanjila uslijed zamrzavanja i čuvanja tijekom 12 mjeseci pri -20 °C.

Tablica 1. Prosječne dekadne vrijednosti temperature i oborine tijekom uzgoja brokule, Zagreb, 2009.

Mjesec	Dekada	Oborine (mm)	Temperatura zraka (°C)		
			Minimalna	Srednja	Maksimalna
Kolovoz	I	35,3	17,4	23,3	29,1
	II	19,8	17,3	23,1	29,3
	III	24,2	15,1	21,4	28,6
Rujan	I	3,0	13,3	19,2	25,3
	II	19,1	15,7	19,3	23,7
	III	0,1	11,9	18,0	25,3
Listopad	I	12,6	11,5	16,9	23,9
	II	31,2	4,2	7,7	12,7
	III	23,0	6,6	10,7	15,4
Studeni	I	70,4	2,9	5,5	8,5
	II	1,3	4,9	9,9	15,3
	III	16,3	4,1	8,6	13,9
Prosinac	I	33,0	2,6	5,2	8,3
	II	2,2	-5,0	2,1	-1,0

Tablica 2. Kemijski sastav cvatova brokule pri različitim dozama dušičnog gnojiva

Tretman	Suha tvar (%)	Topljiva suha tvar (%)	Ukupna kiselost (%)	Vitamin C (mg 100 g <sup>-1</sup> )
	Cvat			
Vršni	12,24 b*	8,38 B	0,187 B	58,12
Postrani	14,71 a	11,20 A	0,273 A	59,74
	Gnojidba dušikom (kg N ha <sup>-1</sup> )			
0	13,62	9,50 B	0,225	64,09 a
100	13,48	9,78 AB	0,229	58,92 ab
200	13,34	10,08 A	0,234	53,78 b
	Interakcija cvat × gnojidba dušikom			
Vršni × 0	12,32 b	8,03 d	0,187 c	61,91 ab
Vršni × 100	12,25 b	8,37 d	0,187 c	58,12 ab
Vršni × 200	12,17 b	8,73 c	0,186 c	54,33 ab
Postrani × 0	14,92 a	10,97 b	0,263 b	66,26 a
Postrani × 100	14,71 a	11,20 ab	0,272 ab	59,73 ab
Postrani × 200	14,50 a	11,43 a	0,283 a	53,22 b

\*Različita slova predstavljaju značajno različite prosječne vrijednosti prema LSD testu, (b) p ≤ 0,05 i (B) p ≤ 0,01.

U postranim cvatovima brokule zamrznutima nakon berbe utvrđena je veća koncentracija flavonoida, neflavonoida i ukupnih fenola (tablica 3) što je sukladno rezultatima Vallejo i sur. (2003). Gnojidba dušikom utjecala je samo na količinu ukupnih fenola. Prevladavajući fenolni spojevi u cvatovima brokule bili su neflavonoidi što je suprotno rezultatima Dragović-Uzelac i sur. (2009). Najveća vrijednost ukupnih fenola bila je pri izostanku gnojidbe dušikom (108,17 mg kg<sup>-1</sup> svježe tvari) i statistički jednaka vrijednosti ostvarenoj pri gnojidbi sa 100 kg N ha<sup>-1</sup> (105,96 mg kg<sup>-1</sup> svježe tvari). Izostanak gnojidbe dušikom rezultirao je najvećom količinom askorbinske kiseline i fenolnih spojeva što je sukladno rezultatima Fortier i sur. (2010) koji navode da nedovoljna opskrbljenost vodom i dušikom pozitivno utječe na sintezu fenolnih spojeva, no istovremeno negativno utječe na prinos. Prema Toth (2010) neke sorte brokule imaju izraženu sposobnost formiranja postranih cvatova pa se njihovim višekratnim obiranjem tijekom dužeg razdoblja može ostvariti prinos podjednak ili veći od prinosa vršnog cvata. Cartea i Velasco (2008) ističu da biljke pojačano sintetiziraju fitotvari pod utjecajem abiotskih i biotskih stresnih faktora. Sukladno tome, utvrđene niže vrijednosti

## Effect of nitrogen fertilization on the broccoli nutritional value

fenolnih spojeva u cvatovima brokule tijekom ljetno-jesenskog roka uzgoja 2009. godine rezultat su povoljnih klimatskih uvjeta. Na različitu distribuciju antioksidativnih spojeva u biljci ukazuju Zhang i Hamauzu (2004) te su u cvatu svježje brokule utvrdili 7,7 puta veću koncentraciju fenola u odnosu na stapku, dok je prosječna količina vitamina C u stapci bila 19,8 % veća nego u cvatu.

Tablica 3. Koncentracija fenolnih spojeva u cvatovima brokule (mg kg<sup>-1</sup> svježe tvari)

Tretman	Ukupni fenoli	Flavonoidi	Neflavonoidi
	Cvat		
Vršni	90,67 B*	26,72 B	64,05 B
Postrani	121,25 A	45,75 A	75,51 A
	Gnojidba dušikom (kg N ha <sup>-1</sup> )		
0	108,17 a	38,09	70,09
100	105,96 ab	36,23	69,88
200	103,76 b	34,39	69,37
	Interakcija cvat × gnojidba dušikom		
Vršni × 0	91,47 c	25,27 c	66,19 B
Vršni × 100	90,67 c	26,72 c	64,26 BC
Vršni × 200	89,88 c	28,17 c	61,71 C
Postrani × 0	124,88 a	50,90 a	73,98 A
Postrani × 100	121,25 ab	45,75 ab	75,50 A
Postrani × 200	117,63 b	40,61 b	77,03 A

\*Različita slova predstavljaju značajno različite prosječne vrijednosti prema LSD testu, (b) p ≤ 0,05 i (B) p ≤ 0,01.

## Zaključci

Utvrđen je utjecaj gnojidbe dušikom na hranidbenu vrijednost vršnog i postranih cvatova brokule. Pri gnojidbi sa 100 kg N ha<sup>-1</sup> u postranim cvatovima utvrđene su najveće vrijednosti parametara kvalitete. Izražena hranidbena vrijednost postranih cvatova, uz prinos, dodatno opravdava višekratne berbe sorti brokule s izraženom produkcijom postranih cvatova.

## Literatura

- Acikgoz E.F. (2011). Influence of different sowing times on mineral composition and vitamin C of some broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) cultivars. *Scientific Research and Essays* 6(4): 760-765.
- AOAC (2002). Official methods of analysis of AOAC International (17<sup>th</sup> Edition), Washington, USA.
- Cartea M.E., Velasco P. (2008). Glucosinolates in *Brassica* foods: bioavailability in food and significance for human health. *Phytochemistry Reviews* 7: 213-229.
- Ciešlik E., Leszczyńska T., Filipiak-Florkiewicz A., Sikora E., Pisulewski P.M. (2007). Effects of some technological processes on glucosinolate contents in cruciferous vegetables. *Food Chemistry* 105 (3): 976-981.
- Dragović-Uzelac V., Bursać Kovačević D., Levaj B., Pedisić S., Mezak M., Tomljenović A. (2009). Polyphenols and Antioxidant Capacity in Fruits and Vegetables Common in the Croatian Diet. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 74 (3): 175-179.
- Fabek S. (2011). Pravilna gnojidba brokule. *Gospodarski list* 13/14: 28.
- Fortier E., Desjardins Y., Tremblay N., Bélec C., Côté M. (2010). Influence of irrigation and nitrogen fertilization on broccoli polyphenolics concentration. *Acta Horticulturae* 856: 55-62.
- Jahangir M., Kim H.K., Choi Y.H., Verpoorte R. (2009). Health-affecting compounds in Brassicaceae. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* vol. 8: 31-34.
- Koh E., Wimalasiri K.M.S., Chassy A.W., Mitchell A.E. (2009). Content of ascorbic acid, quercetin, kaempferol and total phenolics in commercial broccoli. *Journal of Food Composition and Analysis* 22: 637-643.
- Lešić R., Borošić J., Ćustić M., Poljak M., Romić D. (2004). *Povrčarstvo*, Zrinski, Čakovec.
- Lisiewska, Z., Kmiecik, W. (1996). Effect of level of nitrogen fertilizer, processing conditions and period of storage for frozen broccoli and cauliflower on vitamin C retention. *Food Chemistry* 57: 267-270.

- Mithen R.F., Dekker M., Verkerk R., Rabot S., Johnson I.T. (2000). The nutritional significance, biosynthesis and bioavailability of glucosinolates in human foods. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80: 967-984.
- Moreno D.A., Carvajal M., Lopez-Berenguer C., García-Viguera C. (2006). Chemical and biological characterisation of nutraceutical compounds of broccoli. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 41: 1508–1522.
- Podsędek A. (2007). Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. *Food Science and Technology* 40: 1-11.
- Šlosár M., Uher A., Kóňa J., Pechočiak T. (2011). The influence of nitrogen and sulphur fertilization on the yield formation and quality of broccoli. *Contemporary Agriculture* 60 (1-2): 15-21.
- Toth N. (2010). Brokula kao funkcionalna hrana. *Gospodarski list* 17: 74.
- Vallejo F., García-Viguera C., Tomás-Barberán F.A. (2003). Changes in broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) health-promoting compounds with inflorescence development. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 3776-3782.
- Zhang D., Hamazu Y. (2004). Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. *Food Chemistry* 88: 503–509.

sa2012\_0410



# The variability of the essential oil content and composition of *Ocimum basilicum* genotypes in relation to some quantitative characters

Maria GONCEARIUC<sup>1</sup>, Zinaida BALMUȘ<sup>1</sup>, Elvira GILLE<sup>2</sup>, Alexandru SPAC<sup>3</sup>, Pantelimon BOTNARENCO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Genetics and Plant Physiology, MD2002, Chisinau, Padurii, 20, Moldova (e-mail: mgonceariuc@yahoo.com)

<sup>2</sup>"Stejarul" Biological Research Centre, Piatra Neamt, Romania,

<sup>3</sup>University of Medicine and Pharmacy "Gr.T.Popa", Iassy, Romania

## Abstract

The quantitative characteristics, along with content and composition of its essential oil have been evaluated in eight hybrid genotypes of basil. The content of the essential oil vary from 0.403% to 1.405% (dry matter), and the number of components varies from 30 to 52 depending on the genotype. Two genotypes have citral as a primary major component (47.2-62.3 %), and six genotypes have the highest linalool concentration (36.9-50.9 %). Linalool is the second major component in one genotype (10.9 %), citral in other (12.6 %), and methylchavicol in the other three genotypes (10.0-24.3 %). The assessed basil genotypes fall into the five chemotypes: citral/linalool, citral, linalool, linalool/citral and linalool/ methylchavicol.

Key words: *Ocimum basilicum*, essential oil, composition, genotype, chemotype.

## Introduction

*Ocimum basilicum* L., common basil that belongs to the family *Lamiaceae*, an annual herb with a fragrant, characteristic scent is one of the most well-known and appreciated aromatic plants. The flavour as well as vitamin C and carotenes make it possible to use fresh-cut or dried herbage as a spice. Essential oil with a fine balsamic scent appreciated in perfumery is accumulated in oleiferous glands located on leaves and flowers. Basil synthesizes and accumulates terpenic and phenolic compounds, the antioxidant action of which is appreciated in the pharmacy industry (Gonceariuc, 2008). The species is also used as a medicinal plant in the treatment of a wide range of affections. The therapeutic properties of *Basilici aetheroleum* are certified as analgetic, antidepressant, antispasmodic, antivenin, carminative, cephalic, digestive, emanogog, expectorant, febrifuge, insecticidal, stomachic, sudorific, tonic, and stimulant. It is known to have a pronounced antimicrobial, antiviral and antifungal (Gonceariuc, 2008) action that varies significantly depending on the time of harvest and extraction method. Our earlier investigation has established that the content of polyphenolics and flavonic derivatives is variable and does not strictly correlate with leaf and flower color, though the content of these compounds is high in the genotypes with green leaves and red flowers (Gonceariuc et al., 2008). A certain correlation between the flavones concentration and morphological traits of the assessed samples has not been attested by other investigators. The aim of this work is evaluation of the content and composition of essential oil, of new *O. basilicum* genotypes and their correlation with the distinct morphological traits.

## Material and methods

Eight new basil genotypes of hybrid origin were used as a study objects. A number of origins from the Republic of Moldova, Germany, France, and Romania were included as parental forms in the hybridization program. The genotypes (hybrids) with a relatively higher herbage production due to the taller stems, an

increased number of ramifications and those that retain leaves until harvesting were included into the study. A genotype from Romania that realized an elevated herbage production during the precedent years was used as a standard. Essential oil was derived from the aerial part of the plants at the flowering stage through hydrodistillation in the Ginsberg apparatus, while the oil content was recalculated for dry matter. After distillation, the essential oil was dried over anhydrous sodium sulphate. The chemical composition of the essential oil, was determined using a gas chromatographic analysis coupled with mass spectrometry (GC-MS). The conditions of the gas chromatographic analysis were as follows: Gas Chromatographer Agilent Technologies type 7890 A GC system, MS agilent Technologies, type 5975 C Mass Selective Detector; Column HP 5 MS 30 m x 0.25 mm x 0.25 µm (5% Phetylmethylsiloxane); detector temperature 280° C; initial temperature 50° C (temperature rate 10°/min) up to 280°C (const. 5.5 min); mobile phase – helium 1 ml/min; injected volume – 0.1 µl of essential oil; splitting rate of 1:100.

## Results and discussion

The new basil genotypes of hybrid origin represent an obvious biodiversity confirmed by the leaf color, flower color, as well as the value of the quantitative traits that directly influence herbage production. For example, plant height varies from 52.4 cm in the genotype 9-GTrom that originates from Romania and to 90.4 cm in the genotype 1-GT(1) with green leaves and reddish flowers (Table 1). The other two genotypes with red flowers, 5-GT(3) in which the leaves have a reddish nuance and 3-GT(2) with violet leaves and red flowers have a height of 55.3 cm and 43.4 cm, respectively.

Table 1. The values of some morphological indices in the *O.basilicum* genotypes

Genotype, distinctive characters	Plant height, cm	Number of ramifications		Essential oil content, % (dry matter)
		1 <sup>st</sup> degree	2 <sup>nd</sup> degree	
1-GT(1) green leaves, red flowers	90.4 ± 3.9	10.8 ± 1.3	22.0 ± 4.3	1.191
2-GT(2) green leaves, white flowers	55.2 ± 5.2	7.5 ± 2.7	18.9 ± 3.5	0.443
3-GT(2) violet leaves, red flowers	43.4 ± 8.9	8.2 ± 3.1	13.9 ± 4.8	1.405
4-GT(3) green leaves, white flowers	55.5 ± 4.2	7.3 ± 0.9	29.2 ± 5.5	0.867
5-GT(3) reddish-green leaves, red flowers	55.3 ± 4.6	8.2 ± 1.8	29.1 ± 6.3	0.403
6-GT(4) green leaves, white flowers	54.1 ± 4.2	8.6 ± 1.4	34.1 ± 7.5	0.736
8-GT(5) green leaves, red flowers	59.6 ± 3.2	9.0 ± 1.2	26.2 ± 5.7	1.168
9-GTrom green leaves, white flowers, st.	52.4 ± 5.2	10.5 ± 2.3	31.6 ± 6.3	0.777

Thus, no correlation between the flower and leaf color and plant height is observed. The indices of other quantitative characters, such as the ramification number vary considerably.

The highest number of the 1<sup>st</sup> degree ramification was observed in two genotypes: 10.8 in 1-GT(1) and 10.5 in 9-GTrom (standard). Four genotypes with a high number of the 2<sup>nd</sup> degree ramifications were recorded, varying from 29.2 and 29.1 in the genotypes 4-GT(3) and 5-GT(3) to 34.1 in 6-GT(4) and 31.6 in the genotype 9-GTrom. Inflorescence length, varies from 12.8 cm in genotype 3-GT(2) to 23.2 cm in 5-GT(3) genotype. Thus, the inflorescences have long been proven to genotype 1-GT(1) and 5-GT (3): 22.8, 23.2 cm, respectively. In genotype 1-GT(1) central spike inflorescence is compact and includes *verticilli* in 16.1cm. A definite correlation in number of branches, inflorescence length and number of *verticilli* on central spike inflorescence with flower colour and leaf colour was not proven.

A comparison of the results obtained in previous draughty years (Gonceariuc et al., 2008) with very elevated temperatures regarding the values of the quantitative characters shows that they vary considerably depending on the cultivation conditions. In these conditions, the plant height, the number of ramification and inflorescence length had indices with lower values in all genotypes than in the year 2011. However, significant differences were not observed regarding the *verticilli* number per central spike inflorescence.

The evaluated basil genotypes vary by the content of essential oil – from 0.403 % (dry matter) in the genotype 5-GT(3) up to 1.405 % in the genotype 3-GT(2). The content of essential oil exceeds 1 % in three genotypes: 1.191 % in 1-GT(1), 1.405 % in 3-GT(2), and 1.168 % in 8-GT(5). The concentration of essential oil is relatively reduced in the genotype 2-GT(2) making 0.443% and in the genotype 4-GT(3) making 0.403%. It is noteworthy, that three of four genotypes with red flowers have an increased content of essential oil. Thus, the content of essential oil, as well as the values of morphological characters in the evaluated genotypes vary



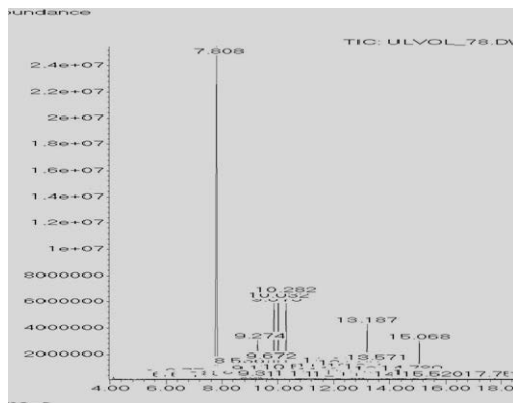


Figure 3. Gas-chromatogram of essential oil of *O. basilicum* genotype 5-GT(3), linalool chemotype

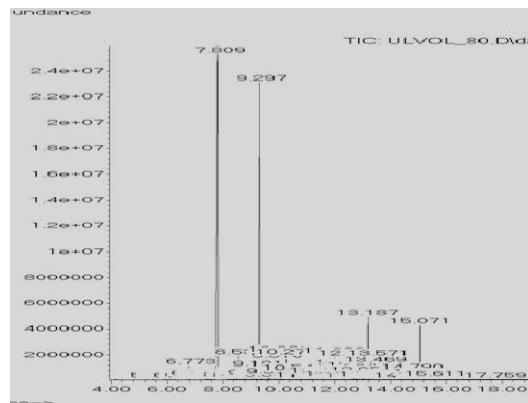


Figure 4. Gas-chromatogram of essential oil of *O. basilicum* genotype 8-GT(5), linalool/estragol chemotype

A GC-MS analysis of basil essential oil has demonstrated the biodiversity of the evaluated genotypes. The number of the components identified in the essential oils and their concentrations are different in the genotypes, the number varying from 30 in the genotypes 1-GT(1) and 2-GT(2) to 52 in the genotype 8-GT(5). It should be mentioned that all the genotypes contain the following eight components in the essential oil: 1.8-cineol, linalool, estragol (methylchavicol), nerol, citral,  $\beta$ -cariofilen,  $\alpha$ -humulen, and germacren D. Their concentrations vary considerably in all genotypes. Thus, the linalool concentration varies from 1.11 % in 2-GT(2) to 50.85 % in 3-GT(2), while the concentration of Z-citral (neral) varies from 0.68 % in the standard genotype 9-GT from to 27.64 % in 2-GT(2). The other 31 components have been identified in the essential oil of only one of the eight assessed genotypes. Some components are present in the oil of two genotypes. It is known what the cross-fertilized species *O. basilicum* is represented by many genotypes and varieties that are distinguished by plant habitat, the color and sizes of leaves, the color of flowers, the content and chemical composition of essential oil, as well as by geographic origin and cultivation conditions. *O. basilicum* is known to synthesize two types of essential oil: 1 – methylchavicol and linalool as major components, but without camphor, it is of a very high quality, with a tender aroma; 2 – common basil from Africa with the major component, methylchavicol and an appreciated content of camphor. Camphor is contained in the essential oil extracted from six assessed genotypes at concentrations varying from 0.78 % to 1.76 %. The composition of essential oil in basil is variable characters that is controlled genetically and may be modified through hybridization. A study on the heritability of the major constituents of the essential oil of the *Ocimum* genus has demonstrated that the development of four chemotypes of *O. basilicum* that would synthesize and accumulate essential oil at the following concentrations of the major component – 1) linalool; 2) methylchavicol; 3) methyleugenol; 4) methylcinnamate can be predicted. In the experiments with *O. basilicum* have been identified different chemotypes, including linalool, methylcinnamate, methylcinnamate/linalool, methyleugenol, citral, methyl chavicol (estragol), and methylchavicol/citral. Other researchers have found that the major components of the essential oil extracted from some *O. basilicum* varieties of the USA origin are linalool (30-40 %) and eugenol (8-30 %) or linalool and methylchavicol.

Our evaluation of the basil genotypes from the point of major essential oil components has shown that they differ from those predicted and described by other authors. Actually, each genotype has a unique chemotype. Even the genotypes with the same two major components differ by the third and/or fourth component. The different major components of the essential oil are present in the genotypes that originate from the same hybrid combination, as well. Thus, the major components are different in all the genotypes of hybrid origin and all of them differ from the standard genotype and have no correlation with the quantitative characters, leaf and flower color.

## **Conclusions**

The quantitative characters, as well as the content and composition of the essential oil have been evaluated in eight *Ocimum basilicum* genotypes of hybrid origin that differ also by color of leaves and flowers. The indices of the quantitative character values vary considerably depending on the genotype and cultivation conditions, but no correlation has been attested between these characters and the color of leaves and flowers. The content of the essential oil vary from 0.403 % to 1.405 % (dry matter). The essential oil content is more elevated (1.168-1.405 %) in the majority of the genotypes with red flowers. A GC-MS analysis has demonstrated considerable differences in the composition of essential oil and the concentration of each component depending on the genotype. The number of the identified components varies from 30 to 52 and does not depend on the color of leaves and flowers. The concentration of the major components in essential oil varies in the following way: two genotypes have citral as a primary major component (47.16-62.29 %), and six genotypes have the highest linalool concentration (36.93-50.85 %). Linalool (10.85 %) is the second major component in one genotype and citral in the other (12.59 %), while methylchavicol (9.97-24.34 %) is in the other three genotypes. The evaluated genotypes of *Ocimum basilicum* can be classified into the five chemotypes: citral/linalool, citral, linalool, linalool/citral, linalool/methylchavicol.

## **References**

- Gonceariuc M. (2008). *Ocimum basilicum* L. In: Cultivated medicinal and aromatic plants: 18-25.
- Gonceariuc M., Gille E., Florea C., Branzila I., Danila D. (2008). Creating and evaluating the *Ocimum basilicum* genotypes. J. Academy of Sciences of Moldova. 1(304): 94-100.
- Gille E., Danila D., Hancianu M., Aprotosoae C., Spac A., Gonceariuc M., Stanescu U. (2008). Contributions to the study of accumulation of secondary metabolites in the aerial part of *Ocimum basilicum* flowering. Romanian Med. Surgical Journal, 112,-(2): 254-261.
- Werner M. (2006). Braunschweig R. Praxis Aromaterapie, Karl F. Haug Verlag Stuttgart.

sa2012\_0411

# Utjecaj podloge na rast i prinos krastavca uzgojenog u tlu zaraženom nematodama korijenovih guka

Smiljana GORETA BAN<sup>1</sup>, Katja ŽANIĆ<sup>1</sup>, Gvozden DUMIČIĆ<sup>1</sup>, Emilija RASPUDIĆ<sup>2</sup>, Dean BAN<sup>3</sup>, Branimir URLIĆ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut za jadranske kulture i melioraciju krša, Put Duilova 11, Split 21000, Hrvatska  
(e-mail: smilja@krs.hr)

<sup>2</sup>Sveučilište u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Trg sv. Trojstva 3, 31000 Osijek, Hrvatska

<sup>3</sup>Instut za poljoprivredu i turizam, Carla Huguesa 8, Poreč 52440, Hrvatska

## Sažetak

Krastavac je uzgajan (na vlastitom korijenu ili cijepljen na različite podloge) u tlu zaraženom nematodama gukavosti korijena (*Meloidogyne* spp.). Vegetativni rast na kraju sezone i ukupni prinos biljaka uzgajanih na podlogama interspecijskih hibrida Strong Tosa i RS 841 bili su veći u odnosu na ostale podloge. Sadržaj N i K u listu nije se razlikovao, dok je opravdano najveći sadržaj P zabilježen kod podloge RS 841. Nisu utvrđene razlike u broju nematoda po gramu korijena, stoga se pozitivan učinak na prinos može uglavnom pripisati bujnosti interspecijskih hibrida. Cijepljenje krastavaca na odgovarajuće podloge omogućava uzgoj u tlu zaraženom nematodama, no efikasnost ovisi o izboru podloge.

Ključne riječi: cijepljenje, *Cucumis sativus* L., *Meloidogyne* spp., RS 841, Strong Tosa

## The effect of rootstock on growth and yield of cucumber grown in soil infested with root-knot nematodes

### Abstract

Cucumber was grown (on its own root or grafted on different rootstocks) in soil infested with root-knot nematodes. Vegetative growth and total yield at the end of the season were higher in plants grafted on interspecific hybrids (Strong Tosa and RS 841) than on other rootstocks. There were no differences in N and K leaf content, but P leaf concentration was the highest in plants grafted on RS 841. The number of nematodes per gram of root tissue was not affected by rootstock, therefore positive effect on yield is probably due to enhanced vigor of interspecific hybrids. Cucumber grafting enabled cultivation in soil infested with nematodes but efficiency depended on rootstock.

Key words: *Cucumis sativus*, grafting, *Meloidogyne* spp., RS 841, Strong Tosa

### Uvod

Krastavac (*Cucumis sativum*) je među najzastupljenijim kulturama koje se uzgajaju u zaštićenim prostorima diljem svijeta. Usprkos porastu površina sa sustavima uzgoja biljaka bez supstrata u zaštićenim prostorima, krastavac se i dalje vrlo često uzgaja u tlu. Monokultura ili uski plodored su česti problemi u stakleničkoj proizvodnji, a što može dovesti do problema s bolestima i štetnicima u tlu. Uzgoj cijepljenih tikvenjača (Cucurbitaceae) postupno raste zadnjih godina jer razlozi (abiotički i biotički) za primjenu cijepljenja postaju sve brojniji (Lee i sur., 2010). Ličinke nematoda (*Meloidogyne* spp.) inficiraju korijen biljke domaćina,

izazivaju razvoj kvržica, a u određenim uvjetima i uginuće biljke (Raspudić i sur., 2006). Cijepljenje na otporne ili tolerantne podloge, kao zamjena za korištenje nematocida, jedan je od elemenata održivog uzgoja, prihvatljiv i u organskoj proizvodnji. Podloge otporne na *Meloidogyne* spp. se uspješno koriste u uzgoju rajčice, dok podloga tikvenjača, otpornih na *Meloidogyne* spp., nema na tržištu (Cohen i sur., 2007). Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj podloga na rast i prinos krastavaca uzgajanog u tlu zaraženom nematodama gukavosti korijena.

## Materijali i metode

Pokus je proveden u komercijalnom stakleniku (Trogir, 43°31'N, 16°14'E) u proljetno-ljetnoj sezoni uzgoja. U istraživanje je uvrštena sorta krastavca Adrian (Rijk Zwaan, Holland), uzgajana na vlastitom korijenu ili cijepljena na: tri podloge vrste *Lagenaria siceraria* [Emphasis (Syngenta Seeds SAS, France), S-1 (Known-You Seed, Co., LTD., Taiwan) i Friend (Takii Europe B.V., Holland)]; dva interspecijska hibrida *Cucurbita maxima* x *C. moschata* [Strong Tosa (Syngenta Seeds), RS 841 (Royal Sluis, Holland)] i tikvu (*Cucurbita pepo*), cv. Romanesco Zucchini (Miagra d.o.o., Croatia). Necijepljene biljke kultivaru Adrian su predstavljale kontrolu. Primijenjen je slučajni blokni raspored, s četiri ponavljanja. Biljke su cijepljene metodom 'na rascjep' (Lee i Oda, 2003). Sadnja je bila 15. svibnja, u dvoredne trake, na razmak 50 cm u redu, 60 cm između redova i 90 cm između traka. Berba je bila u razdoblju od 31. svibnja do 13. srpnja.

Mjereni su: vegetativni rast (dužina glavne vriježe i broj listova), sadržaj N, P i K u listu te komponente ranog (prve tri berbe) i ukupnog prinosa (masa plodova, prinos po biljci, broj plodova po biljci). Parametri vegetativnog rasta su određeni 22 i 43 dana nakon sadnje (DNS). Ukupni N u listu je izmjeren digestijom po Kjeldahu, uređajem Kjeltel System 1026. Koncentracija K izmjerena je pomoću plamene fotometrije (Photometer 410, Sherwood, UK), a P koristeći UV vidljivi spektrofotometar (Cary 50 Scan, Varian) pri 420 nm.

Broj nematoda po gramu korijena utvrđen je stereomikroskopskim pregledom, u uzorcima korijena uzetim 43 i 70 DNS. Identifikacija ličinki *Meloidogyne* spp. obavljena je po ključu Jepson (1987). Indeks gukavosti korijena određen je skalom od 0 do 5.

## Rezultati i rasprava

### Vegetativni rast i sadržaj N, P i K u listu

Tablica 1. Dužina glavne vriježe, broj listova glavne vriježe i mineralni sastav lista krastavaca, necijepljenog (cv. Adrian) ili cijepljenog na različite podloge, uzgajanog u tlu zaraženom nematodama korijenovih guka

Podloga	Dana nakon sadnje						
	22		43				
	Dužina vriježe (m)	Broj listova/vriježa	Dužina vriježe (m)	Broj listova/vriježa	N (mg/g)	P (mg/g)	K (mg/g)
Necijepljeno	2,3 a*	30 a	3,0 c	40 b	50,6	4,5 bc	36,8
Emphasis	2,1 bc	28 bc	3,1 c	41 b	54,6	4,9 b	39,3
Friend	2,1 c	27 cd	3,2 bc	41 b	54,2	4,2 c	36,6
RS 841	2,2 b	29 ab	3,5 ab	45 a	57,1	5,7 a	34,7
S1	2,1 bc	28 abc	3,1 c	41 b	53,8	5,0 b	35,9
Squash	1,9 d	26 d	2,9 c	41 b	52,5	4,5 bc	36,8
Strong Tosa	2,2 b	30 a	3,5 a	45 a	55,2	4,9 b	35,6
P	<0,0001	<0,0001	0,0011	<0,0001	0,161	0,0065	0,582

\* Srednje vrijednosti unutar stupaca označene s različitim slovima razlikuju se temeljem LSD testa na razini signifikantnosti  $P \leq 0,05$ .

Dužina glavne vriježe i broj listova ovisili su o izboru podloge (Tablica 1). Necijepljene biljke imale su najdužu glavnu vriježu 22 DNS te su bile među kultivarima s najvećim brojem listova, iako isti učinak nije zabilježen 44 DNS. Odmakom proizvodnog ciklusa (43 DNS), interspecijski hibridi Strong Tosa i RS 841 imali su bujniji rast od ostalih podloga. Naši rezultati upućuju na to da interspecijski hibridi kao podloge krastavca utječu na povećanje vegetativnog rasta plemke (dužina glavne vriježe i broj listova), a što se

podudara s Heidari i sur. (2010), dok *Lagenaria siceraria* i tikva nisu utjecale na dužinu glavne vriježe. Kacjan Maršić i Jakše (2010) nisu zabilježili utjecaj cijepjenja na dužinu vriježe krastavca u hidroponskom uzgoju.

Istraživane podloge nisu utjecale na sadržaj N i K u listu, dok je koncentracija P bila najviša kod biljaka cijepjenih na RS 841. Utjecaj cijepjenja na mineralni sastav ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{K}^+$ ) lista plemke rajčice zabilježili su i Fernandez-Garcia i sur. (2004).

### Komponente prinosa

Broj plodova u ranoj berbi nije bio pod utjecajem podloga, dok su biljke cijepjene na Strong Tosa i RS 841 imale ukupno najveći broj plodova (Tablica 2). Rani prinos (kg/biljci) je bio veći na biljkama cijepjenim na podloge Strong Tosa i RS 841 u usporedbi s necijepjenim i biljkama cijepjenim na tikvu (Tablica 2). Nadalje, Strong Tosa i RS 841 su pokazale snažan utjecaj na ukupni prinos u usporedbi s ostalim podlogama i kontrolnim biljkama. Biljke krastavca cijepjene na podloge RS 841 i Strong Tosa imale su veću prosječnu masu ploda od onih cijepjenih na tikvu, Emphasis, Friend i necijepjene biljke (Tablica 2). Slično, prema Crino i sur. (2007), podloga RS 841 utjecala je na plodonošenje plodova dinje veće mase u usporedbi s podlogama *Cucumis melo* i necijepjenim biljkama.

Utvrđene razlike u prinosu krastavca mogu se povezati s prosječnom masom ploda i brojem plodova ubranih na cijepjenim biljkama. Heidari i sur. (2010) su utvrdili pozitivan utjecaj podloge RS 841 na rani i ukupni prinos krastavca. Kacjan Maršić i Jakše (2010) također su izdvojili RS 841 kao podlogu koja osigurava veći tržišni prinos i broj plodova u odnosu na necijepjene biljke.

Slično našem istraživanju, Rivard i sur. (2010) su proveli poljski pokus, u kojem je tlo bilo prirodno inficirano nematodama gukavosti korijena, a kojim su dokazali veći prinos rajčice cijepjene na podloge otporne na nematode u odnosu na necijepjene biljke ili cijepjene na vlastiti korijen.

Tablica 2. Broj plodova, masa ploda, rani i ukupni prinos krastavca, necijepjenog (cv. Adrian) ili cijepjenog na različite podloge, uzgajanog u tlu zaraženom nematodama korijenovih guka

Podloga	Rane berbe		Ukupne berbe		
	Broj plodova /biljci	Prinos (kg/biljci)	Broj plodova /biljci	Masa plodova (g)	Prinos (kg/biljci)
Necijepjeno	0,9	0,21 b*	20,4 b	220 c	4,50 b
Emphasis	2,2	0,48 ab	18,9 b	220 c	4,15 b
Friend	2,4	0,55 ab	20,9 b	222 c	4,67 b
RS 841	2,7	0,58 a	28,9 a	236 a	6,96 a
S1	2,4	0,55 ab	20,3 b	225 bc	4,56 b
Squash	1,6	0,30 b	21,5 b	215 c	4,61 b
Strong Tosa	2,7	0,61 a	29,9 a	233 ab	6,96 a
P	0,09	0,05	<0,0001	0,0024	<0,0001

\* Srednje vrijednosti unutar redova označene s različitim slovima razlikuju se temeljem *LSD* testa na razini signifikantnosti  $P \leq 0,05$

### Broj nematoda po gramu korijena

Iako je utvrđena velika varijabilnost u broju nematoda po gramu korijena, razlike između tretmana nisu bile značajne (Tablica 3.). Kod prvog uzorkovanja (43 DNS), infekcija nematodama je varirala od 26 ličinki po gramu korijena tikve do 79,5 ličinki po gramu korijena podloge RS 841. Kod uzoraka uzetih 70 DNS zabilježena je zaraza od 100,5 ličinki po gramu kod squash do 703,2 ličinki po gramu podloge Strong Tosa. Slično, u istraživanju uloge cijepjenja dinje (Siguenza i sur., 2005), intenzitet zaraze korijena cijepjenih biljaka nematodma nije bilo manji u odnosu na necijepjene, a što upućuje na zaključak da cijepljenjem osjetljive dinje na podlogu *C. moschata* dobivamo biljke tolerantne, ali ne i otporne na nematode. Vežano uz indeks gukavosti, korijen tikve je imao niži stupanj gukavosti nego druge podloge ili necijepjeni krastavac.



Tablica 3. Broj nematoda po gramu korijena i indeks gukavosti krastavca, necijepljenog (cv. Adrian) ili cijepljenog na različite podloge, uzgajanog u tlu zaraženom nematodama korijenovih guka

Podloga	Broj nematoda po gramu korijena		Indeks gukavosti	
	43 DNS*	70 DNS	43 DNS	70 DNS
Necijepljeno	36,5	223,8	4,3	5,0 a**
Emphasis	41,3	432,5	4,0	5,0 a
Friend	50,0	530,8	3,8	5,0 a
RS 841	26,0	585,2	3,4	5,0 a
S1	45,4	343,2	4,8	5,0 a
Squash	79,5	100,5	2,5	3,3 b
Strong Tosa	42,8	703,2	3,7	5,0 a
P	0,97	0,56	0,24	0,0003

\* Dana nakon sadnje; \*\* Srednje vrijednosti unutar stupaca označene s različitim slovima razlikuju se temeljem LSD testa na razini signifikantnosti  $P \leq 0,05$

### Zaključak

Cijepljenje krastavca na različite podloge utjecalo je na vegetativni rast, komponente prinosa te sadržaj hranjiva u listu (P), no nije zabilježena razlika u broju nematoda po gramu korijena. Pored jake zaraze nematodama (703,2 i 585,2 larve po gramu korijena) vegetativni rast i prinos biljaka uzgajanih na podlogama interspecijskih hibrida, Strong Tosa i RS 841 bili su uglavnom veći nego kod ostalih podloga. Cijepljenje krastavca na odgovarajuće podloge omogućava uzgoj u tlu zaraženom nematodama, no efikasnost ovisi o izboru podloge.

### Reference

- Cohen, R., Burger, Y., Horev, C., Koren, A., Edelstein, M., 2007. Introducing grafted cucurbits to modern agriculture—the Israeli experience. *Plant Dis.* 91, 916–923.
- Crino, P., Lo Bianco, C., Roupheal, Y., Colla, G., Saccardo F., Paratore, A. 2007. Evaluation of rootstock resistance to fusarium wilt and gummy stem blight and effect on yield and quality of a grafted 'Inodorus' melon. *HortScience*, v.42, p.521-525, 2007.
- Jepson, S.B., 1987. Identification of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). CAB International Wallingford, UK, 265 pp.
- Heidari, A.A., Kashi, A., Saffari Z., Kalatejari, S. 2010. Effect of different Cucurbita rootstocks on survival rate, yield and quality of greenhouse cucumber cv. Khassib. *Plant Ecophysiology* 2, 115-120.
- Kacjan Maršić, N., Jakše, M. (2010). Growth and yield of grafted cucumber (*Cucumis sativus* L.) on different soilless substrates. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 8 (2), 654-658 .
- Lee, J., Oda, M., 2003. Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. *Horticult. Rev.* 28, 61–124.
- Lee, J.-M., Kubota, C., Tsao, S.J., Bie, Z., HoyosEchevarria, P., Morra, L., Oda, M., 2010. Current status of vegetable grafting: Diffusion, grafting techniques, automation.. *Sci. Hortic.* 127, 93–105.
- Fernández-García, N., Martínez, V., Micaela C. 2004. Effect of salinity on growth, mineral composition, and water relations of grafted tomato plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 167 (5), 616–622.
- Raspudić, E., Ivezić, M., Brmež, M., Mlinarević, Z. 2006. Suzbijanje fitoparazitnih nematodea gukavosti korjena (*Meloidogyne* spp.) u paprici (Control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in pepper). *Fragmenta Phytomedica et herbologica* 29 (1-2): 61-67.
- Siguenza, C., Schochow, M., Turini, T., Ploeg, A. 2005. Use of *Cucumis metuliferus* as a rootstock for melon to manage *Meloidogyne incognita*. *Journal of Nematology* 37, 276–280.
- Rivard, C.L., O'Connell, S., Peet, M.M., Louws, F.J., 2010. Grafting tomato with interspecific rootstock to manage diseases caused by *Sclerotium rolfsii* and southern root-knot nematode. *Plant Dis.* 94, 1015–1021

### Zahvala

Ovo istraživanje je dijelom financirano projektom «Ekološki prihvatljiviji sustavi proizvodnje povrća na kršu» Vijeća za istraživanje u poljoprivredi (VIP) MPRRR.

sa2012\_0412

# Tomato fruits quality as affected by light intensity using color shade nets

Zoran S. ILIĆ<sup>1</sup>, Lidija MILENKOVIĆ<sup>1</sup>, Ljubomir ŠUNIC<sup>1</sup>, Ljiljana STANOJEVIĆ<sup>2</sup>  
Marija BODROŽA-SOLAROV<sup>3</sup>, Dušan MARINKOVIĆ<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Agriculture, Priština-Lešak, 38219 Lešak, Serbia  
(e-mail: zoran\_ilic63@yahoo.com)

<sup>2</sup>University of Niš, Faculty of Technology, Leskovac, Serbia

<sup>3</sup>University of Novi Sad, Institute for Food Technology in Novi Sad, 21000 Novi Sad, Serbia,

<sup>4</sup>University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Novi Sad, 21000 Novi Sad, Serbia

## Abstract

The quality of tomatoes were affected by environmental factors (light and temperature) and agronomic techniques used (open field or plastic-house production). Fruits produced in a plastic-houses were more acidic (greater TA, 0.38) than field-produced fruits (0.34). Fruit grown in the field had greater TSS content (5.42°Brix) than tomato from protected environment (5.10). Fruits produced in the field had greater TSS:TA ratios than those produced in a protected environment. Significantly higher lycopene content was observed in plastic-houses tomato integrated with red shade netting technologies (64.9  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) than in field-grown tomatoes (48.1  $\mu\text{g g}^{-1}$ ). By contrast, shaded fruits have lower content of  $\beta$ -carotene.

Key words: dry matter, soluble solid, pH-values, total acid, lycopene,  $\beta$ - carotene.

## Introduction

Tomato quality components are influenced by genetic and environmental factors such as climatic conditions; temperature and light (Dumas et al. 2003; Caliman et al. 2010) and cultural practices; soil type (Papadopoulos, 1991), nutrient and water supply, harvesting method, maturity stage at harvest (Kader, 1986) and postharvest handling (Dorais et al., 2001). In traditional vegetable-producing regions, tomato cultivation in a protected environment has expanded to prevent seasonality in the availability of fruit (Andriolo et al., 1998). In Serbia shading are usually applied on plastic-houses and open field in summer to reduce the solar radiation and air temperature for minimizing fruit physiological defects (Ilić et al., 2011). Increasing solar radiation has been shown to increase fruit dry matter and soluble sugars content and pigments (lycopene), Davies and Hobson (1981). The soluble sugar concentration of tomato fruit follows the pattern of solar radiation (Winsor and Adams, 1976). Low light irradiance reduces pigment synthesis, resulting in uneven fruit coloring and low fruit soluble sugar content which results in a 'watery' taste. On the other hand, too high light irradiance, especially direct light on fruit, may reduce fruit quality. Higher sugar and organic acid content improves the quality of tomato fruits (Davies and Hobson 1981). In tomatoes, carotenoids contents, especially of lycopene, significantly increase during maturation and ripening on or off the plant (Carrillo-Lopez and Yahia, 2010), and the magnitude of carotenoid accumulation depends on various factors such as temperature and light intensity (Von Elbe and Hschwartz, 1996). Temperatures ranging between 22 and 25 °C give the most favorable rate of lycopene production, which is further enhanced by sunlight (Lumpkin, 2005). According to some authors (Farkas, 1994), lycopene production is inhibited when environmental temperature is above 32 °C. Although the formation of carotenoids in mature fruits does not require induction by light, shaded fruits have lower content of carotenoids (Dorais et al., 2001). The aim of this work was to study the quality of tomato fruits from screen-house (only color shade nets) and plastic-house (integrated with color shade nets) during summer season in south Serbia.

## Materials and methods

Tomato (*Lycopersicon esculentum*, cv. 'Vedeta') was tested in plastic-house production (simple plastic tunnels 2.0 m high, covered by termolux 150  $\mu$ ) and open field conditions during 2008-2009. The experiments were performed at the experimental field located in the village of Moravac near Aleksinac, (Longitude: 21°42' E, Latitude: 43°30' N, altitude 159 m) in the central area of south Serbia. The shade nets were applied at the start of warm weather in early June. The shading nets were mounted on a structure about 2.0 m height over the plants (screen-house) or combined with plastic-house technologies. A completely randomized block design was used, with four blocks assigned to each of four treatments (black, pearl, blue and red net) plus control. Each treatment and block consisted of four rows with 20 plants (plant density was 2.6 plants m<sup>-2</sup>). The plants were grown following the technique that is usually implemented by the local producers. Seedlings were transplanted on beginning of May 5 and 10 and the shading nets were subsequently installed above the crop on June 10 and 15 (35 days after transplanting), while the measurements were carried out until September 5 to 10. All plants were irrigated using drip irrigation. The tomatoes used in the study were harvested at the mature-pink stage. In order to test the effect of shading nets (color and shading intensity), four different shading nets were used: the photosensitive nets including "colored-ColorNets" (red, blue and black) as well as "neutral-ColorNets" (pearl) with shading intensity of 40% photosynthetically active radiation (PAR) were compared to the open field microclimate and production. The color shade nets were obtained from Polysack Plastics Industries (Nir-Yitzhak, Israel) under the trade mark ChromatiNet. Tomato samples (20 fruits) were collected each year from June till August and were taken from the third to sixth floral branches. All analyzes were carried out in the Technological Faculty of Novi Sad, Serbia. Determination of total soluble solids (TSS) was performed by a digital refractometer (Atago, Japan). The results were reported as °Brix at 20 °C. In extracted fruit juice pH-values were measured by a pH meter. The titrable acidity (TA) was measured with 5 ml aliquots of juice that were titrated at pH 8,1 with 0,1N NaOH (required to neutralize the acids of tomatoes in phenolphthalein presence) and the results were expressed as citric acid percentages. After pigments extraction from tomato fruits (method by Cvetkovic and Markovic, 2008) performance preparation of extracts for analysis. HPLC analysis of  $\beta$ -carotene and lycopene contents was carried out with the Agilent 1100 Series system, Waldborn Gemany (pump, detector, software). The LC column Zorbax-Eclipse XDB-C18; 4.6×250 mm, 5  $\mu$ m was used, with a mobile phase consisting of a mixture of acetonitrile: methanol: ethyl acetate, at a flow rate of 1 cm<sup>3</sup>/min. The injection volume was 20  $\mu$ l using the detector DAD Agilent 1200 Series at 470 nm wavelength. The extracts (1 cm<sup>3</sup>) of different concentrations were evaporated to dryness with rotary vacuum evaporators at room temperature and the residues were dissolved in mobile phase (acetonitrile: methanol: ethyl acetate, 3:2:2 v / v) to a concentration of 1 mg/cm<sup>3</sup>. Extracts were filtered through 0.45  $\mu$ m Millipore filter before the HPLC analysis.

Standards of  $\beta$ -carotene and lycopene were dissolved in mobile phase (eluent: acetonitrile: methanol: ethyl acetate, 3:2:2 v / v) just before HPLC analysis. From these standards, a series of solutions of appropriate concentration for the calibration curve were made. The external standard method was used for the qualitative and quantitative determination of  $\beta$ -carotene and lycopene. A calibration curve representing the dependence of the peak area (of standard compound) in chromatograms on standard concentrations were made. Based on the obtained linear regression equation, the concentrations of the tested components in the extracts were determined. The data were analyzed by analysis of variance (ANOVA) followed by Tukey's HSD test, using the Statistica 6.1 software (Statsoft, Tulsa, OK, USA). All analyses were performed at a 95 % level of confidence (p<0.05).

## Results and discussion

The total soluble solid (TSS) content observed in fruits analyzed in this work varied between 4.55 – 5.43 °Brix Loures (2001) found a TSS content of 4.77 and 4.95 for tomato grown in the field and in a protected environment, respectively. It was well known that shading decreased sugar content of tomato fruit. Similar results were observed in °Brix during this experiment. Fruits produced in the field had higher TSS:TA ratio acidity, had more reducing sugar, and TSS than those produced in the protected conditions. Fruit pH generally has an inverse relationship with TA. Tomatoes are still classified as an acidic fruit (pH <4.6) thus, in presented experiment pH- value was 3.9 to 4.2. Low pH is associated with high fruit quality (Davies and Hobson 1981).

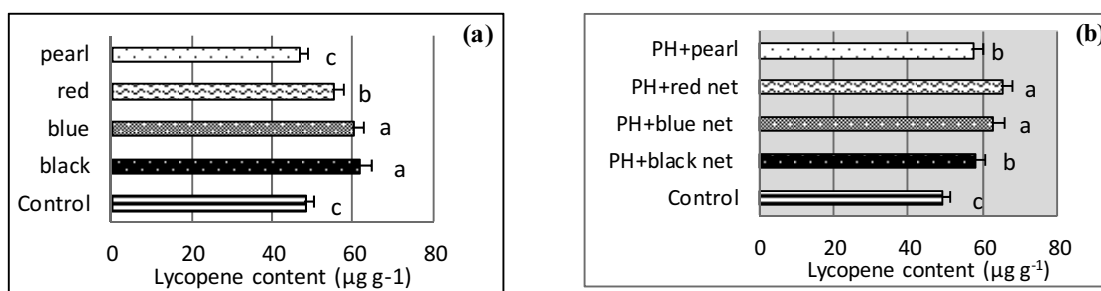
Table 1. Tomato fruits quality from screen-house (only color shade nets ) and plastic-house integrated with color shade nets

	Total invert %	D. M. %	TSS $^{\circ}$ B	pH-values	TA	Saharose %
Screen-house - Red nets	2.59	6.32b	5.00b	3.94b	0.43a	2.46
Screen-house -Black nets	2.65	6.55a	5.06b	4.03b	0.40a	2.52
Screen-house -White nets	2.47	6.43a	4.60c	4.21a	0.36b	2.35
Screen-house -Blue nets	2.65	6.35b	4.55c	4.13a	0.36b	2.52
Control/Open field	2.53	6.24b	5.43a	4.16a	0.33b	2.40
Significance	ns	*	*	*	*	ns
Plastic-house + Red nets	2.53	5.92c	4.81b	4.12a	0.34	2.40
Plastic-house + Black nets	2.59	6.33b	5.18a	3.97b	0.40	2.41
Plastic-house + White nets	2.53	6.40b	5.20a	3.96b	0.38	2.41
Plastic-house + Blue nets	2.59	6.38b	5.23a	4.07a	0.35	2.46
Control / Plastic house	2.53	7.17a	5.10a	4.05a	0.37	2.40
Significance	ns	*	*	*	ns	ns

D.M.- Dry matter; TSS - Total soluble solids; TA - Total acid; Different letters indicate significant differences at  $P < 0.05$  (Tukey's test)

The quality of fruits harvested during the hot summer was characterized by high titratable acidity. However, the effect of shading on the acidity was not clear in this experiment. Sakiyama (1968) reported that titratable acidity was increased by high air temperature but unaffected by shading, just as we found. In fresh tomatoes the rate of lycopene synthesis is completely inhibited at 32-35 °C but not that of  $\beta$ - carotene. It was postulated that high temperatures (35 °C) specifically inhibit the accumulation of lycopene because they stimulate the conversion of lycopene into  $\beta$ -carotene (Dumas et al., 2003). No significant differences in lycopene contents were observed in tomatoes grown in plastic houses (48.9  $\mu\text{g g}^{-1}\text{fw}$ ) compared to control, open field conditions (48.1  $\mu\text{g g}^{-1}\text{fw}$ ). The highest concentration of lycopene was detected in tomatoes grown in plastic houses integrated with red color nets (64.9  $\mu\text{g g}^{-1}$ ), while fruits grown in fields covered with pearl nets had the lowest levels of lycopene (46.7  $\mu\text{g g}^{-1}$ ).

Similar results were found by López et al., (2007), who showed that the lycopene content of tomatoes grown under red and pearl frame nets were 51 and 37  $\mu\text{g g}^{-1}$ , respectively. These values are similar to those reported by Martínez-Valverde et al., (2002) in Spanish commercial tomato varieties. Only tomatoes grown under pearl net had lower lycopene content than those reported by Gomez et al. (2001) in field-grown tomatoes. This fact could be attributed to two abiotic factors, temperature and light quality.

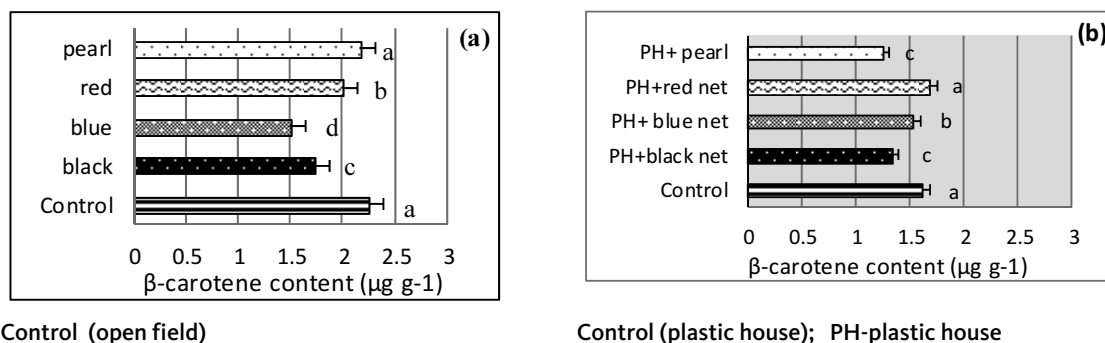


Control (open field)

Control (plastic house); PH-plastic house

Figure 1. The average content of lycopene in tomato fruits from screen-house (only color shade nets - a) and plastic-house integrated with color shade nets (b); Different letters indicate significant differences at  $P < 0.05$  (Tukey's test)

## Tomato fruits quality as affected by light intensity using color shade nets



Control (open field)

Control (plastic house); PH-plastic house

Figure 2. The average content of  $\beta$ -carotene in tomato fruits from screen-house (only color shade nets - a) and plastic-house integrated with color shade nets (b); Different letters indicate significant differences at  $P < 0.05$  (Tukey's test)

Tomato fruits grown in open field (control) and under pearl net had significantly more  $\beta$ -carotene  $2.25 \mu\text{g g}^{-1}$  and  $2.17 \mu\text{g g}^{-1}$  respectively, than fruits grown under blue nets ( $1.50 \mu\text{g g}^{-1}$ ). Tomato fruits grown in a plastic house-control ( $1.61 \mu\text{g g}^{-1}$ ) and under integrated plastic house with red net ( $2.01 \mu\text{g g}^{-1}$ ) had significantly more  $\beta$ -carotene level than fruits grown under plastic house covered by black ( $1.33 \mu\text{g g}^{-1}$ ) or pearl net ( $1.25 \mu\text{g g}^{-1}$ ) Figure 2. Achieved results should provide useful preliminary data for detecting differences among environment variation in lycopene and  $\beta$ -carotene content and color shade nets.

## Conclusions

Changing the light intensity (with 40% shade) and radiation spectrum (color net) has a large impact on the tomato fruit quality. There are differences in fruit quality were observed in tomatoes grown in plastic houses compared to open field conditions or between fruits from screen-house (color shade nets) and plastic-house integrated with color shade nets. The lycopene content of plastic-house grown tomatoes integrated with color shade nets was higher than content at tomatoes grown in the plastic-house and open field.

## References

- Andriolo, J.L., Streck, N.A., Buriol, G.A., Ludke, L., Duarte, T.S. (1998). Growth, development and dry matter distribution of a tomato crop as affected by environment. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 73: 125-130.
- Carrillo-Lopez, A., Yahia, E.M. (2010). Qualitative and quantitative changes in carotenoids and phenolic compounds in tomato fruit during ripening. *Acta Horticulture*. 877: 1303-1308.
- Caliman, F. R. B., da Silva, D. J. H., Stringheta, P.C., Fontes, P. C. R., Moreira, G. R., E. C. Mantovani (2010). Quality of tomatoes grown under a protected environment and field conditions. *Idesia (Chile)*. 28: 75-82
- Cvetkovic, D., Markovic, D., (2008). UV-induced changes in antioxidant capacities of selected carotenoids toward lecithin in aqueous solution. *Radiation Physics and Chemistry*. 77: 34-41.
- Davies, J.N.; Hobson, G.E. (1981). The constituents of tomato fruit - the influence of environment, nutrition, and genotype. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 15: 205-280.
- Dorais, M., Papadopoulos, A.P., Gosselin, A. (2001). Greenhouse tomato fruit quality. *Horticultural Reviews*. 26: 239-319.
- Dumas, Y., Dadomo, M., Di Lucca, G., Grolier, P. (2003). Effects of environmental factors and agricultural techniques on antioxidant content of tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 83: 369-382.
- Farkas, J. (1994). *Paradicsom (Tomato)*, Mezögazda Kiadó, Budapest, pp. 195-225.
- Gomez, R., Costa, J., Amo, M., Alvarruiz, A., Picazo, M., Pardo, J.E. (2001). Physicochemical and colorimetric evaluation of local varieties of tomato grown in SE Spain. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 81: 1101-1105.

- Ilić, Z., Milenković, L., Đurovka M., Kapoulas. N. (2011). The effect of color shade nets on the greenhouse climate and pepper yield. 46<sup>th</sup> Croatia and 6<sup>th</sup> InteR. Symp. on Agriculture. Opatija, Croatia. Symposium Proceedings pp. 529-533.
- Kader A.A. (1986). Effects of postharvest handling procedures on tomato quality. Acta Horticulturae. 190: 209-221.
- López, D., Carazo, N., Rodrigo, M.C., Garcia, J. (2007). Coloured shade nets effects on tomato crops quality. Acta Horticulture. 747: 121-124.
- Loures, J.L. (2001). Estabelecimento e avaliação do sistema de produção denominado Fito, em estufa e campo. Ph.D.Thesis. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brazil. 109 pp.
- Lumpkin, H.A. (2005). Comparison of lycopene and other phytochemicals in tomatoes grown under conventional and organic management systems. Technical Bulletin No. 34. AVRDC 05-623.Taiwan, pp. 48.
- Martínez-Valverde, I., Periago, M.J., Provan, G., Chesson, A.(2002). Phenolic compounds, lycopene and antioxidant activity in commercial varieties of tomato (*Lycopersicum esculentum*). Journal of the Science of Food and Agriculture. 82: 323-330.
- Papadopoulos, A. P. (1991). Growing greenhouses tomatoes in soil and in soilless media. Agric. Agri-Food Can. Publ. 1865/E, 79 pp.
- Sakiyama, R. (1968). Effects of irrigation, temperature and shading on the acidity of tomato fruits. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 37: 67-72.
- Von Elbe, J., Hschwartz, S.J.(1996). In Colorants in Food Chemistry (R. Owen and E. Fennema, Eds.), Marcel Dekker, Inc., New York, Basel, Hong Kong. pp. 685-691.
- Winsor, G.W. Adams, P. (1976). Changes in the composition and quality of tomato fruit throughout the season. Ann Rep Glasshouse Crops Res Inst. 1975: 134-142.

### Acknowledgements

This study is part of the TR 34012 project entitled “Plant and synthetic bioactive products of new generation”, financially supported by the Ministry of Science and Technological Development, Republic of Serbia.

sa2012\_0413

# Reducing of tomato physiological disorders by photoselective shade nets

Lidija MILENKOVIĆ<sup>1</sup>, Zoran S. ILIĆ<sup>1</sup>, Ljubomir ŠUNIĆ<sup>1</sup>, Radmila TRAJKOVIĆ<sup>2</sup>, Nikolaos KAPOULAS<sup>3</sup>, Mihal ĐUROVKA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Agriculture, Priština-Lešak, 38219 Lešak, Serbia  
(e-mail: zoran\_iloc63@yahoo.com)

<sup>2</sup>Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Department of Biology, 38220 Kosovska Mitrovica

<sup>3</sup>Regional Development Agency of Rodopi, N. 69100 Komotini, Greece

<sup>4</sup>Faculty of Agriculture, University of Novi Sad, Novi Sad, 21000 Novi Sad, Serbia

## Abstract

The aim of this study was to evaluate the influence of different colored shade nets (pearl, red, blue and black) with different relative shading (40% and 50% PAR) on yield and physiological disorders at open field tomato production in south part of Serbia (Aleksinac). Shading reduced the appearance of tomato cracking about 50% and eliminated sun scalds on tomato fruits and accordingly, increased the marketable tomato production by about 35% compared to non-shading conditions. Sunscald injury, cracked skin and blossom-end rot were the defects most affected by pearl and red nets with 40% shade.

Key words: color nets, yield, defect, sun scald, cracking

## Introduction

Global warming effects that are already setting in are likely to increase the incidence of tomato abiotic disorders as the climate changes. Causes of physiological disorders include genetic susceptibility, environmental factors, watering practices, nutrition, and cultural practices such as pruning and training. Netting is frequently used to protect agricultural crops from excessive solar radiation (Ilić et al., 2011), improving the thermal climate (Kittas et al., 2009), sheltering from wind and hail and exclusion of bird and insect-transmitted virus diseases (Teitel et al., 2008; Shahak et al., 2008). It is either applied by itself over net-house constructions, or combined with greenhouse technologies (Shahak et al., 2004). Movable shade, applied only during sunny periods, should be less deleterious than constant shade. When mobile shade was applied under intense sunlight in Spain it increased marketable yield by 10%. Movable shade, applied only during sunny periods, should be less deleterious than constant shade (Adams et al., 2001). In Egypt, a 30 to 40% reduction in sunlight intensity seems to be optimum. Total yield decreased linearly with increasing shade, but there was no significant difference among shade treatments in marketable yield (Gent 2007). Physiological disorders are abnormalities in fruit color or appearance that are abiotic in origin. These abnormalities are often confused with damage from pathogens or insects (biotic damage). There are also a number of different names for many disorders (Peet, 2009). Physiological disorders are divided into groups: nutrient imbalances, especially between potassium and nitrogen or magnesium (blotchy ripening, greywall); calcium amount or movement into the fruit (gold fleck or speck, blossom-end rot); temperature extremes (catfacing, boat fruit, rough fruit, puffiness, sunscald); genetic predisposition (green or yellow shoulder) and watering (cracking, russetting, rain check, shoulder check), Peet, (2009). A high light intensity can lead to disorders in development and appearance of tomato fruit (Dorais et al., 2001). Sunscald injury and uneven ripening are two disorders brought on by direct effects of light on fruit. Sunscald injury of tomato fruit increased with irradiance and air temperature and their combined effects (Adegoroye and Jolliffe, 1987). The goal of the present two-year study was to evaluate, the influence of different colored shade nets on the plant development, yield and quality of tomato fruit.

## Material and methods

Tomato (*Lycopersicon esculentum*, cv. Amati F<sub>1</sub>) has been tested in open field production during 2008-2009. The experiments were performed at the experimental field located at village Moravac near Aleksinac, on the central area of south Serbia. The shading nets were mounted on a structure about 2.0 m in height over the plants same a screen-house. The shade nets were applied at the start of warm weather in early June. The plants were shaded for the rest of the summer, and fruit was picked until late August. A completely randomized block design was used, with four blocks assigned to each of four treatments (black, pearl, blue and red net) and control. Each treatment and block consisted of four rows of 20 plants. Plant density was 2.6 plants m<sup>-2</sup>.

**Plant material** The plants were grown following the technique that is usually implemented by the local producers. Seedlings were transplanted on 5 of May. The shading nets were installed above the crop on 10 of June (35 days after transplanting) and the measurements were carried out until 5 of September. All plants were irrigated using drip irrigation. The tomatoes used in the study were harvested from the mature-pink stage.

**Net characteristics** In order to test the effect of shading nets (colour and shading intensity), four different shading nets were used: the photosensitive nets include "colored-ColorNets" (red, blue and black) as well as "neutral-ColorNets" (pearl) with shading intensity of 40% and 50% relative shading (calculated as photosynthesis active radiation-PAR) and were compared with the open field microclimate and production.

**Light interception by nets** The effect of nets on the interception of light was measured annually as a percentage of total above canopy Photosynthetically Active Radiation (PAR), using a Ceptometer mod. Sun Scan SS1-UM-1.05 (Delta-T Devices Ltd Cambridge, UK) with a 64 sensor photodiode linearly sorted in a 100 cm length sword. Readings are in units of PAR quantum flux ( $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ).

Solarimeter - SL 100 easy to use portable autonomous solarimeter that measures solar irradiation range from 1 W m<sup>2</sup> to 1300 W m<sup>2</sup>. All spectral data were expressed as radiation intensity flux distribution in W m<sup>-2</sup>nm<sup>-1</sup>.

**Weather Measurement** Monthly meteorological data from May to September 2008 and 2009 from Aleksinac meteorological stations were used (Table 1).

Table 1. Temperature and solar radiation during the growing season in Aleksinac

Month	TS		TOD		TX		TM		MSR	RR		RO
	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009		2008	2009	
May	18.4	8.7	1.8	2.1	25.1	25.5	11.4	11.8	219.0	48.0	41.4	66.7
Jun	22.6	20.9	3.1	1.4	29.2	27.3	15.6	14.8	237.2	15.8	72.4	69.7
July	22.9	23.3	1.6	2.0	29.9	30.3	15.7	16.1	289.0	112.0	63.4	43.6
August	23.5	23.5	2.4	2.4	31.3	30.9	15.6	16.2	276.0	55.0	23.4	43.3
September	16.6	19.0	0.6	1.8	22.7	26.8	11.1	12.4	210.0	42.4	33.5	43.6

TS-mean monthly air temperature (°C); TOD-temperature deviation from 1961-1990 average (°C); TX-mean daily temperature maximum for month (°C); TM-mean daily temperature minimum for month (°C); MSR, mean daily solar radiation (MJ/m<sup>2</sup>); RR-precipitation amount (mm); RO-relative deviation of monthly precipitations amount from 1961-1990 average (%).

**Statistical analysis** Experiments were performed according to a randomized block desing (two factorial experiment). The data were analyzed by analysis of variance (ANOVA) followed by Tukey's HSD test, using the Statistica 6.1 software (Statsoft, Tulsa, OK, USA). All analyses were performed at a 95 % level of confidence (p<0.05).

## Results and discussion

It was founded here that red and pearl shade nets significantly increased the total yield which was associated with both higher productivity (number of fruits produced per plant) and larger fruits (data not show). Tomato under 50% shadow had similar fruit yield in comparison with yield obtained from 40% color shade nets, except in black shade nets where yield were lowest than control. Plants grown under black color nets with 50% shadow had smaller yield for 8.7% than plants grown without nets-control. On average of two years, the total fruit yields (t ha<sup>-1</sup>) under the colored shade nets were higher by 11.9-22.8%, relative to the equivalent black shade net.



## Reducing of tomato physiological disorders by photosensitive shade nets

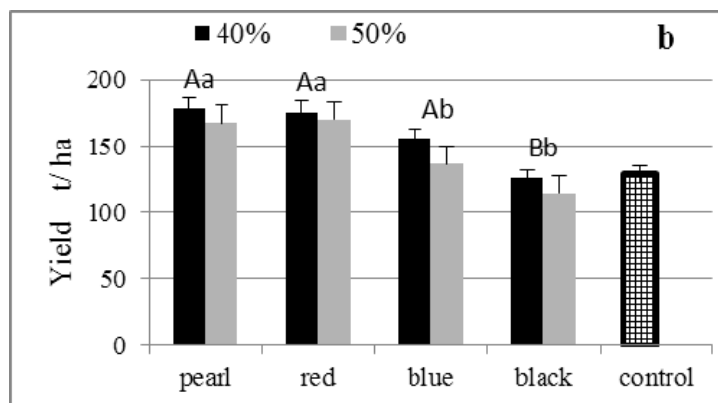


Figure 1. Effects of shading on tomato yield in screen-house (different color nets) and open field condition (control)

Differences in yield between control and red or pearl color nets are even more pronounced for net house (27.3 and 28.1%). Our results showed that shading of tomato plants affected both fruit yield and quality. Total and marketable yields increased with shading levels of 40%, and decreased with increasing shading levels to 50% (Figure 1). Fruit cracking not only reduces fruit appeal and marketing, but can also increase fruit susceptibility to decay and shorten shelf-life. Affected areas may later develop *Alternaria* and *Cladosporium* rots.

Tomato fruit quality for fresh consumption is determined by appearance (colour, shape, size, freedom from physiological disorders & decay) firmness, texture, dry matter and organoleptic (flavor) and nutraceutical (health benefit) properties (Dorais *et al.*, 2001). Total and marketable yield increased with shading levels to 40% shading and then decreased with increasing shading levels (50%). The reduced total and marketable yields of un-shaded plants were probably due to high heat stress. Moderate shading (40%) of tomato may be an option to reduce heat stress conditions and extend the summer season toward the September. Similarly, in Egypt, a 30 to 40% reduction in sunlight intensity seems to be optimum. El-Gizawy *et al.* (1992) observed that the highest tomato crop production was obtained under 35% shading and increasing shading intensity decreased sun scald on fruits up to 100%. However, El-Aidy and El-Afry (1983) observed that the highest tomato production was obtained under 40% shading. Movable shade, applied only during sunny periods, should be less deleterious than constant shade (Adams *et al.*, 2001).

Possible cause of the decrease of cracked fruit by shading is a decreased fruit temperature by the shading treatments. The percentage of the total fruit production affected by the different physiological disorders, for the different shading nets and outside, is presented in Table 2.

Table 2. Effects of shading on marketable yield and physiological disorders at open field and screen-house (different color nets) tomato production

	Marketable yield (%)*	Cracking (%)	Sun scald (%)	Blossom and root (%)	Puffiness (%)	Irregular shape (%)
Control open field	56	14	11	5	10	4
40% shade						
Pearl	87a	5a	-	1a	5a	2a
Red	86a	6ab	-	1a	5a	2a
Blue	83b	7b	-	2ab	6b	2a
Black	81b	7b	-	3b	6b	3b
50% shade						
Pearl	81a	6a	-	4a	6a	3a
Red	80a	7ab	-	4a	6a	3a
Blue	76b	8b	-	5b	8b	3a
Black	74b	8b	-	5b	9b	4b

\*Marketable yield (%) represents percent of total yield (%); Different letters in the same column indicate statistically significant differences ( $p < 0.05$ )

A high light intensity can lead to disorders in development and appearance of tomato fruit (Dorais et al., 2001). The benefit of shade on quality in this case was due to less blossom end rot and cracked skin. Sunscald injury and uneven ripening are two disorders brought on by direct effects of light on fruit. Sunscald injury of tomato fruit increased with irradiance and air temperature and their combined effects (Adegoye and Jolliffe, 1987). The benefit of shade on quality in this case was due to less blossom end rot and cracked skin (Lorenzo et al. 2003). Possible cause of the decrease of cracked fruit by shading is a decreased fruit temperature by the shading treatments. The percentage of the total fruit production affected by the different physiological disorders, for the different shading nets and outside, is presented in Table. 2. It can be seen that sun scald was eliminated under shading while tomato cracking, blossom end rot and puffiness were reduced to about 50% than that under open field. Sun scald is a common form of heat injury. When tomatoes are exposed to direct solar radiation, fruit temperature may increase by 10°C or more above the ambient. When the temperature of an exposed fruit portion exceeds 40°C, it becomes white and sunken (sunscald or sunburn). Tomatoes at the mature-green stage are especially susceptible. We have observed large increases in fruit cracking in greenhouse tomato production toward summer. Similarly, Peet and Willits (1995) also observed a linear increase of fruit cracking at the upper clusters of tomato fruit with high solar irradiance and fruit temperature. The light available to plants is mainly determined by the level of natural solar radiation. However, it can also be affected by the greenhouse cover material, supplemental lighting, shading/white-washing, plant density and canopy architecture management. In northern Europe, where light is a limiting factor, 1% light reduction has induced approximately 1% fruit yield loss, and thus the glass is the dominant greenhouse cover in greenhouse tomato production because of its higher light transmission (Cockshull et al., 1992). Therefore growers should learn to positively identify the various physiological disorders that occur in their agro-ecological zones/areas and be able to manipulate the environment and to use locally available resources /color shade nets to control particular disorders.

### Conclusions

The yield and quality of tomatoes were affected by color shade nets, except at plants grown under black color nets with 50% shadow.

The fraction of marketable fruit was greatest for plants grown under 40% shade. The highest percentages of puffy and blotchy ripening fruits were detected by plants grown under full sunlight and heavy shading (50%). Sunscald injury, cracked skin and blossom-end rot were the defects most affected by pearl and red nets with 40% shade.

### References

- Adams, S.R., Valdes, V.M., Cave, C.R.J., Fenlon, J.S. (2001). The impact of changing light levels and fruit load on the pattern of tomato yields. *J. Hort. Science* 76: 368–374.
- Adegoye, A.S., Jolliffe, P.A. (1987). Some inhibitory effects of radiation stress on tomato fruit ripening. *J. Science Food Agric.* 39: 297–302.
- Cockshull, K.E., Graves, C.J., Cave, C.R.J. (1992). The influence of shading on yield of greenhouse tomatoes. *Journal of Horticultural Science* 67: 11-24.
- Dorais, M., Papadopoulos, A.P., Gosselin, A. (2001). Greenhouse tomato fruit quality. *Hort. Rev.* 26: 239–319.
- El-Aidy F., El-Afry M. (1983). Influence of shade on growth and yield of tomatoes cultivated during the summer season in Egypt. *Plasticulture.* 47: 2-6.
- El-Gizawy A.M., Abdallah M.M.F., Gomaa, H.M., Mohamed, S.S. (1992). Effect of different shading levels on tomato plants 2. Yield and fruit quality. *Acta Hort.* 323: 349-354
- Ilić, Z., Milenković, L., Đurovka, M., Kapoulas, N. (2011). The effect of color shade nets on the greenhouse climate and pepper yield. 46<sup>th</sup> Croatian and 6<sup>th</sup> International Symposium on Agriculture. Opatija, Croatia. Symposium Proceedings, pp. 529-533
- Gent, M.P.N. (2007). Effect of degree and duration of shade on quality of greenhouse tomato. *HortScience.* 42: 514-520.
- Peet, M.M., Willits, D.H. (1995). Role of excess water in tomato fruit cracking. *HortScience.* 30: 65-68.
- Kittas, C., Rigakis, N., Katsoulas, N., Bartzanas, T. (2009). Influence of shading screens on microclimate, growth and productivity of tomato. *Acta Hort.* 807: 97-102.

## Reducing of tomato physiological disorders by photosensitive shade nets

- Lorenzo, P., Sanchez-Guerrero, M.C., Medrano, E., Garcia, M.L., Caparros, I., Gimenez, M. (2003). Effect on microclimate, water use efficiency, and yield of a tomato crop grown under different salinity levels of the nutrient solution. *Acta Horticulture*. 609: 181-186.
- Mitchell, J.P., Shennan, C., Grattan, S.R.; May, D.M. 1991. Tomato fruit yields and quality under water deficit and salinity. *Journal of American Society for Horticultural Science* 116, 215-221.
- Peet, M.M. (2009). Physiological disorders in tomato fruit development. *Acta Horticulturae*. 821: 151-160.
- Shahak, Y., Gussakovsky, E.E., Gal, E., Ganelevin, R. (2004). ColorNets: Crop protection and light-quality manipulation in one technology. *Acta Hort*. 659: 143-151.
- Shahak, Y. (2008). Photosensitive Netting for Improved Performance of Horticultural Crops. A Review of Ornamental and Vegetable Studies Carried in Israel. *Acta Horticulturae*.770: 161-168.
- Teitel, M., Liron, O., Haim, Y., Seginer, I. (2008). Flow through inclined and concertina-shape screens. *Acta Horticulturae*. 801: 99-106.

## Acknowledgements

This study is part of the TR 31027 project entitled „Organic agriculture: Improving the production of fertilizer application, and bio-preparate of biological protection,, financially supported by the Ministry of Science and Technological Development, Republic of Serbia.

**sa2012\_0414**

# Morphological characterization of *Cucurbita* species germplasm and its use in horticulture

Emina MLADENović<sup>1</sup>, Janoš BERENJI<sup>2</sup>, Vladislav OGNJANOV<sup>1</sup>, Mirjana LJUBOJEVIĆ<sup>1</sup>, Jelena ČUKANOVIĆ<sup>1</sup>, Ivana BLAGOJEVIĆ<sup>1</sup>, Ana GAČIĆ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Agriculture, Department of fruit science, viticulture, horticulture and landscape architecture, Dositeja Obradovića Square 30, 21000 Novi Sad, Serbia  
(e-mail: eminam@polj.uns.ac.rs)

<sup>2</sup>Institute for field and crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Serbia

## Abstract

This study describes variation of *Cucurbita* species within 23 germplasm accessions selected from a wide range of *Cucurbita* germplasm, collected from different parts of the world. Nineteen variables were recorded in 23 accessions to determine the overall degree of polymorphism and identify potential character similarities. Qualitative traits of fruit such as shape, color and texture showed immense variation with the coefficient of variation associated with fruit weight (CV= 126.70 %) and number of fruits per plant (CV= 141.34 %), whilst that of leaf blade width (CV= 21.53 %) was the lowest. Morphological characterization is needed to facilitate the use of this *Cucurbita* species in future breeding work.

Key words: diversity, *Cucurbita* species, PCA, variability

## Introduction

The Cucurbitaceae is one of the most genetically diverse groups of plants in the plant kingdom. Previous studies show variability of *Lagenaria siceraria* (Mladenović et al., 2010). *Cucurbita pepo* L. was the first squash introduced in Europe (Robinson and Decker –Walters, 1997) approximately 2 000 BC, with evidence of the presence of this species found in many archaeological sites in North America. The earliest material recovered to date originates from the Ocampo Caves, Tamaulipas, Mexico (Smith, 1997). According to Esquinas-Alcázar and Guilek (1983) primary center of squash's origin is American continent. Squash, although primarily grown for nutritional value of its fruit, also provides seeds that are used as a popular snack food, high quality oil source as well as for reproduction (Paris, 2001). *Cucurbita pepo* L. is one of the most variable species in the plant kingdom (Janick et al., 2008). Fruit types of *Cucurbita pepo* are more genetically diverse than those of any other species in the Cucurbitaceae family are. Morphologically, *Cucurbita pepo* displays a great diversity of types, amongst which bicolored gourds are of particular interest (Heiser, 1979). Other members of Cucurbitaceae family are also known for their specific traits. For example, some pumpkin (*Cucurbita maxima* Duch. ex Lam.) cultivars produce the largest of all squashes, whereas *Cucurbita moschata* Duch. ex Poir. cultivars produce fruits that are often large and decorative. Moreover, some have multiple use, as in the case with malabar gourd (*Cucurbita ficifolia* Bouché).

In addition to their nutritional value, Cucurbits has found prominent place in decoration and art.

The aim of the present work is to analyze the variability of cucurbit collection and to identify the most important morphological traits that can be used in future breeding work.

## Materials and methods

Ten *Cucurbita* species with different number of cultivars (given in brackets) were included in our investigation: *Cucurbita pepo* (10), *Cucurbita maxima* (8), *Cucurbita moschata* (2), *Cucurbita mixta* (1), *Cucurbita ficifolia* (1) and *Cucurbita foetidissima* (1), all collected from seed houses and from private growers.

All accessions were examined for a set of ten quantitative and nine qualitative characters used as descriptors, as recommended by the ECPGR (2008) (European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources) with minor adaptation according to their importance in horticulture practice. All observations and analyses were carried out on ten plants from each accession. All characters were measured in the field during the season.

Ten quantitative and nine qualitative characteristics were measured at 23 cultivars.

Quantitative characteristics measured included: leaf blade length (LL) in cm, leaf blade width (LW) in cm, plant length (L) in cm, fruit peduncle length (FPL) in cm, fruit peduncle width (FPW) in cm, fruit length (FL) in cm, fruit circumference (FC) in cm, flesh thickness (FT) in mm, number of fruits per plant (NF) and fruit weight (FW) in kg.

Qualitative characteristics measured were: plant growth habit (PGH), peduncle transectional shape (PTS), fruit shape (FS), fruit ribs (FR), predominant fruit skin colour at maturity (PFSC), secondary fruit skin colour (SFSC), secondary fruit skin colour pattern (SFSCP), fruit skin texture (FST) and flesh colour (FLC). In the analysis, these characters were quantified according to their graduations.

An ANOVA (analysis of variance) was executed to provide the significant differences of quantitative characters between accessions, processed in STATISTICA 10 software (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA). A PCA analysis was used to estimate correlations between characters, to generate Eigen values, the percentage of the variation accumulated by PCA and the load coefficient values which relate the values (eigen values are proportional to the amount of total variation among the accessions that is associated with the axis). Those principal components (PC) with Eigen values > 1.0 were selected and those characters with load coefficient values > 0.6 were considered highly relevant for that PC (Jeffers, 1967).

### Results and discussion

Significant variability in quantitative traits was found among 23 accessions of cucurbits (Table 1). For example, fruit weight ranged from 0.16 kg to 3.51 kg, whereas fruit length was in 6.98 cm to 35.8 cm range. Finally, fruit circumference varied from 14.5 cm to 106 cm. Moreover, it was found that morphological traits that exhibited more extensive variance were typically those of the fruit. For example, the variation coefficient of fruit length and weight was 45.36% and 126.70%, respectively.

The analyzed data showed a wide range of variability of morphological characters among 23 accessions of cucurbits (Table 2). Predominant qualitative characteristics were fruit skin colour at maturity (PFSC), which ranged from green to orange, secondary fruit skin colour pattern (SFSCP) that varied from speckled to striped, fruit skin texture (FST) which ranged smooth to skin texture with warts, and flesh colour (FLC) from white to orange.

Based on Principal component analysis (PCA) generalized 10 quantitative characters were generalized to five principal components that, combined, explained 86.71% of the total variability. The first component accounted for 42.55% of the total variation, and was mainly defined by fruit factor, leaf width and fruit peduncle traits. The second component accounted for 16.68% of the total variation and was correlated with leaf blade length. The third component accounted for 11.83% and was associated with plant length (Table 3). Thus, characters with high coefficient in the first and second PCs were considered the most relevant as they explained nearly half of the total variation.

Fig.1 shows the distribution of species and their cultivars on the PC1 and PC2 plot. Starting from the negative to the positive values of PC1, the *Cucurbita* cultivars indicated a general increase in the fruit circumference, fruit length, flesh thickness, fruit weight and leaf width, and an decrease in number of fruit per plant. Similarly, starting from the negative towards the positive values of PC2, cultivars were characterized by increasing of leaf length.

The PCA provided a simplified classification of the *Cucurbita* cultivars, which is particularly useful for collection and for breeding. Because of similar cultivar characteristics associated with fruits is in the same group (Fig.1), further cultivar selection should be based on qualitative traits. Of particular interest are CM4 and CP10 due to their large fruit size, orange-green colour and skin texture dominated by warts. Another cultivar that could be further studied is CM7, owing to its largest fruit circumference.

Table 1. Quantitative characteristics among 23 accessions of *Cucurbita* species

Acc. <sup>a</sup>	LL <sup>b</sup>	LW	L	FPL	FPW	FL	FC	FT	NF	FW
CP1	15,24	15,1	409	4,08	1,02	7,36	14,5	5,2	31	0,22
CP2	28,18	32,14	344	5,04	1,52	27,3	30,88	17,4	18,6	0,22
CP3	19,06	20,06	154	3,12	1,24	9,36	50,72	31	7	0,3
CP4	19,06	20,28	444	4,18	1,04	6,98	27,96	21	10,8	0,16
CP5	22,08	26,08	470	15,88	2,16	20,7	61,28	29,2	4,2	0,96
CP6	19,34	20,08	414	13,04	2,02	10,5	36,36	21,2	10,6	0,23
CP7	14,1	16,16	406	7,98	1,04	9,24	26,7	4,4	50	0,19
CP8	19,14	29	145	7,22	2,06	11,1	38,3	25,8	6,4	0,44
CP9	24,16	22,04	446	7,96	2,12	25,38	67,76	27	2	3,22
CP10	25,14	30,06	402	17,02	4,48	30,82	70,56	40,2	1,8	3,3
CM1	12,24	22,1	4,32	9,02	2,82	8,4	40,4	15,2	6,2	0,21
CM2	13,22	23,24	4,02	9,98	4,08	15,6	45,8	16	3,8	0,3
CM3	19,06	26,1	4,48	14,96	5,8	25,32	100,6	20	3,6	0,48
CM4	21,02	30,3	4,66	5,96	5,08	35,8	75,8	38,4	2,8	3,22
CM5	16,1	23,08	4,64	11,02	8,4	20	45	18,4	3	0,25
CM6	12,2	24,06	35,2	6,2	6,4	25,6	50,6	12	2,6	0,22
CM7	13,14	24,04	4,18	11,8	7,8	30,4	106	19	3	3,5
CM8	13,18	25,06	4,42	6,1	6,04	16	102,2	18	3	3,51
CS1	14,06	16,06	2,06	10,04	2,02	10,2	39,8	24	3,4	0,49
CS2	15	28,02	3,96	15,2	3,52	24,6	54,6	18	3	0,31
CX	26,18	32,1	4,34	5,06	2,28	25,6	66,6	20,6	2,6	0,46
CF	25,06	16,04	4,34	3,5	1,58	16,8	21,6	11,4	1,6	0,29
CI	16,18	21,12	4,6	4,04	1,58	18,6	40,6	16,2	1,8	0,39
Mean	18,35	23,57	390,78	8,63	3,32	18,77	52,81	20,22	7,95	0,99
Std	4,82	5,07	92,97	4,25	2,22	8,51	25,00	9,26	11,23	1,26
C.V. (%)	26,27	21,53	23,79	49,31	67,05	45,36	47,35	45,81	141,34	126,70

<sup>a</sup> Acc.-accession, CP-*Cucurbita pepo*, CM-*Cucurbita maxima*, CS-*Cucurbita moschata*, CX-*Cucurbita mixta*, CF-*Cucurbita foetidissima*, CI-*Cucurbita ficifolia*. <sup>b</sup> leaf blade length (LL) in cm, leaf blade width (LW) in cm, plant length (L) in cm, fruit peduncle length (FPL) in cm, fruit peduncle width (FPW) in cm, fruit length (FL) in cm, fruit circumference (FC) in cm, flesh thickness (FT) in mm, number of fruits per plant (NF) and fruit weight (FW) in kg.

Table 2. Qualitative characteristics among 23 accessions of *Cucurbita* species

Descriptor	Score code	Descriptor state	Frequency (%)
Plant growth habit	3	Bushy	8.7
	7	Prostrate	91.3
Peduncle transectional shape	2	Smoothly angled	80.0
	3	Sharply angular	20.0
Fruit shape	1	Globular	34.8
	2	Flattened	21.7
	3	Disk-shaped	4.35
	5	Oval	17.4
	6	Acorn	4.35
	7	Pyriiform	8.7
Fruit ribs	14	Crooked neck	4.35
	0	Absent	39.15
	3	Superficial	39.15
Predominant fruit skin colour at maturity	5	Intermediate	21.7
	2	Green	34.8
	5	Yellow	47.8
Secondary fruit skin colour	6	Orange	17.4
	0	No secondary skin	30.4
	2	Green	69.6
Secondary fruit skin colour pattern	0	No secondary fruit skin colour	30.46
	1	Speckled	56.5
	3	Striped	13.04

## Morphological characterization of *Cucurbita* species germplasm and its use in horticulture

Table 2. continued			
Fruit skin texture	1	Smooth	47.8
	3	Finely wrinkled	17.4
	4	Shallowly wavy	21.7
	6	With warts	13.1
Flesh colour	1	White	17.4
	3	Yellow	47.8
	4	Orange	34.8

Table 3. Eigenvalues, proportion of total variability and correlation between the original variables and the first five principal components (PCs).

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
LL	0,26	0,90	0,04	0,05	0,04
LW	0,67	0,48	0,25	-0,09	-0,03
L	0,50	0,09	0,71	0,15	-0,10
FPL	0,52	-0,09	0,12	-0,78	0,22
FPW	0,67	-0,59	0,17	-0,03	-0,13
FL	0,86	0,07	0,15	0,17	0,002
FC	0,83	-0,36	-0,07	0,09	0,15
FT	0,63	0,32	-0,61	-0,12	0,05
NF	-0,63	0,04	0,34	0,03	0,66
FW	0,73	-0,14	-0,25	0,38	0,41
Eigenvalue	4,25	1,67	1,18	0,85	0,71
% Var.	42,55	16,68	11,83	8,53	7,12
% Cum.	42,55	59,23	71,06	79,59	86,71

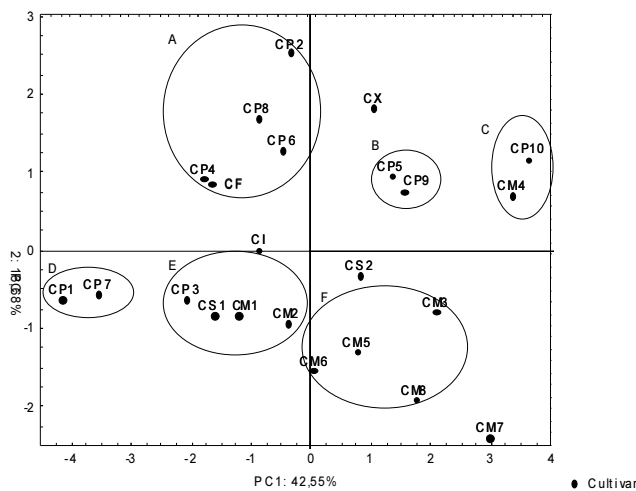


Figure 1. Factor scores for the first two principal components (PCs) for 23 *Cucurbita* accessions

### Conclusion

Species from Cucurbitaceae family presented in this work showed immense variation in fruit and other plant traits, which makes them excellent material for breeding work with the aim to create interesting and decorative new cultivars.

Different fruit shapes and colors can find tremendous potential in horticulture and landscape architecture. Use of these species in pergolas, fences or in gardens is not only very decorative, but offers multiple practical benefits. During the growing season they are decorative outdoor plants, and in the winter, the cleaned, dried fruits can be used for decorative indoor arrangements.

## References

- Esquinas-Alcazar J.T., Gulick P.J. (1983). Genetic resources of Cucurbitaceae. IBPGR, Rome.
- Heiser B.C. (1979). The gourd book. Iniversity of Oklahoma Press: Norman and London 235.
- Janick J., Paull R.E. (2008). The Encyclopedia of Fruit & Nuts. CAB International, USA, 954.
- Jeffers J.N.R. (1967). Two cases studies in the application of principal component analysis. Appl. Stat. 16: 225-236.
- Mladenović E., Berenji J., Ognjanov V., Kraljević-Balalić M., Ljubojević M., Čukanović J. (2011). Conservation and morphological characterization of bottle gourd for ornamental use. 46<sup>th</sup> Croatian and 6<sup>th</sup> International Symposium on Agriculture. Opatija, Croatia. 550-553.
- Naudin C. (1856). Nouvelles recherches sur les caractères spécifiques et les variétés des plantes du genre *Cucurbita*. Ann. Sci. Nat. Bot. 4: 5-73.
- Paris H.S. (2001) History of the cultivar-groups of *Cucurbita pepo*. Hort. Rev. 25:71–170.
- Robinson R.W., Decker-Walters D.S. (1997). Cucurbits. CAB International. UK.
- Smit D.B.(1997). Reconsidering the Ocampo Caves and the era of incipient cultivation in Mesoamerica. Latin Amer. Antiq. 4: 342-383.
- StatSoft Inc (2010) STATISTICA (data analysis software system), version 10  
<http://www.statsoft.com>

sa2012\_0415



# Utjecaj malčiranja i izravnog prekrivanja na sadržaj nekih hranjivih elemenata u salati

Ivana TOŠIĆ<sup>1</sup>, Žarko ILIN<sup>2</sup>, Ivana MAKSIMOVIĆ<sup>2</sup>, Darinka BOGDANOVIĆ<sup>2</sup>, Mile DARDIĆ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni institut Republike Srpske, Knjaza Miloša 17, 78000 Banja Luka, Bosna i Hercegovina (e-mail: it.tosic@gmail.com)

<sup>2</sup>Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Srbija

<sup>3</sup>Poljoprivredni fakultet, Bulevar vojvode Petra Bojovića 1A, 78000 Banja Luka, Bosna i Hercegovina

## Sažetak

Proizvodnja povrća u zaštićenom prostoru ubraja se u najintenzivnije u biljnoj proizvodnji. Osnovni razlog zašto je salata (*Lactuca sativa* L.) jedna od vodećih vrsta povrća za proizvodnju u zaštićenim prostorima su umjereni biološki zahtjevi, relativno kratka vegetacija, intenzivan porast listova rozete i glavice u kratkom vremenskom razdoblju. U pokusu postavljenom u plasteniku na gospodarstvu Poljoprivrednog instituta u Banja Luci, tijekom 2010. godine ispitan je utjecaj malčiranja tla i izravnog prekrivanja biljaka na sadržaj nekih hranjivih elemenata u salati. Pokus sa sortom salate 'Devonia' postavljen je po slučajnom bloknom rasporedu u četiri ponavljanja, a uključivao je šest tretmana: kontrola (V<sub>1</sub>), crni PE-film (V<sub>2</sub>), bijeli PE-film (V<sub>3</sub>), crni PE-film i agrotekstil (V<sub>4</sub>), bijeli PE-film i agrotekstil (V<sub>5</sub>) i agrotekstil (V<sub>6</sub>). Dobiveni rezultati pokazuju da je malčiranje utjecalo na povećanje sadržaja hranjivih elemenata u salati. Najveći sadržaj K, Mg, Mn i Fe zabilježen je pri malčiranju tla bijelim PE-filmom, dok je najveći sadržaj P registriran pri malčiranju tla crnim PE-filmom i izravnim prekrivanjem biljaka agrotekstilom (0,80 %). Sadržaj Zn u listovima salate bio je u rasponu od 30 mg/kg suhe tvari pri izravnom prekrivanju do 67 mg/kg suhe tvari pri malčiranju crnim PE-filmom.

Ključne riječi: zaštićeni prostor, malčiranje, agrotekstil, *Lactuca sativa* L.

## The effect of mulching and direct covering on content of some nutrient elements in lettuce

### Abstract

The production of vegetables in the greenhouse is one of the most intensive in agricultural production. The main reason why the lettuce was one of the leading vegetable producing species in the greenhouse are low biological requirements for conditions thrived, relatively short vegetation, intensive growth of the leaf rosette and heads in a short period. The trial was performed in the greenhouse in research facilities of the Agricultural Institute, Banja Luka in 2010. The influence of mulching on the nutrient content in lettuce was studied. The experiment was set up in a randomized block design, with six variants with four replications. A lettuce growing period lasted sixty days, and cultivar "Devonia" was used. The mulching material was included in the trial with the following variants: control (V<sub>1</sub>), black PE-film (V<sub>2</sub>), white PE-film (V<sub>3</sub>), black PE-film and agrotexile (V<sub>4</sub>), white PE-film and agrotexile (V<sub>5</sub>) and agrotexile (V<sub>6</sub>). The result shows that the impacts on mulching increase nutrient content in lettuce (*Lactuca sativa* L). The highest content of K, Mg, Mn and Fe is registered with white PE-film, while the highest content of P was registered with combination of black PE-film and agrotexil (0.80 %). The content of Zn in the lettuce plant ranged from 30 mg/kg as either V<sub>6</sub> to 67 mg/kg in variant V<sub>2</sub>.

Key words: greenhouse, mulching, agrotexile, *Lactuca sativa* L.

## Uvod

Salata je jednogodišnja, dikotiledonska vrsta iz porodice Asteraceae, pripada podporodici Chichorioideae, razredu Cichorieae i podrazredu Lactucinae (Girenko i sur., 1988). Salata je jedna od najčešće uzgajanih povrćarskih vrsta u zaštićenim prostorima. Od mineralnih sastojaka salata sadrži najviše kalcija (24 mg/100 g) i željeza (0,5 mg/100), znatne količine magnezija, joda, mangana, kobalta, nikla, silicija i bakra. Đurovka i sur. (1992) ukazuju na različit utjecaj malčiranja u zavisnosti od materijala. Polietilenski (PE) film za malčiranje koristi se u proizvodnji povrća od 60-ih godina 20. stoljeća, dok se agrotekstil počeo koristiti u novije vrijeme (Ilin, 2002). Agrotekstil ima prednosti u odnosu na PE-film zbog veće trajnosti. Uvođenje agrotekstila u proizvodnju povrća je agrotehnička mjera koja doprinosi ekonomičnosti proizvodnje, prijateljskom odnosu prema okolišu i kvaliteti proizvoda.

## Materijal i metode rada

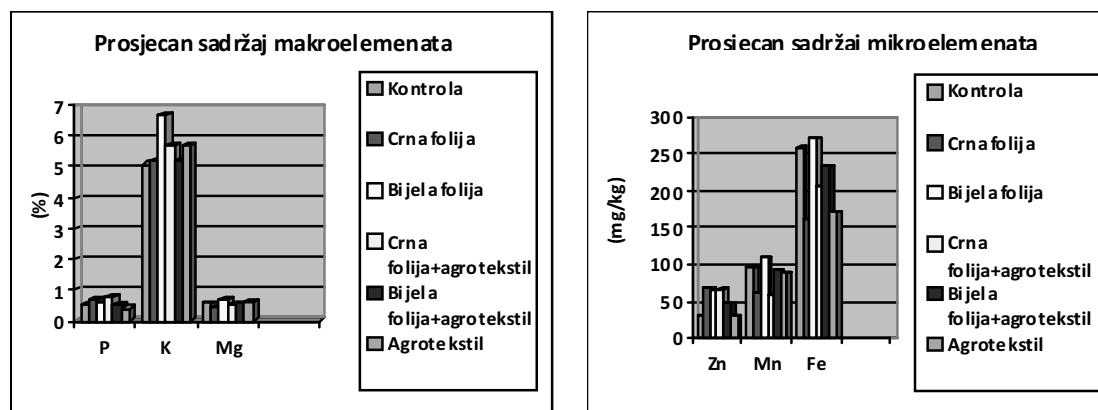
U cilju istraživanja utjecaja malčiranja i izravnog prekrivanja biljaka agrotekstilom na sadržaj hranjivih elemenata u salati postavljen je pokus tijekom 2010 godine na gospodarstvu Poljoprivrednog instituta u Banja Luci, u plasteniku bez grijanja, na aluvijalnom tlu. Pokus sa sortom salate 'Devonia' postavljen je po slučajnom bloknom rasporedu u četiri ponavljanja, a uključivao je šest tretmana: kontrola (V<sub>1</sub>), crni PE-film (V<sub>2</sub>), bijeli PE-film (V<sub>3</sub>), crni PE-film i agrotekstil (V<sub>4</sub>), bijeli PE-film i agrotekstil (V<sub>5</sub>) i agrotekstil (V<sub>6</sub>). Za malčiranje tla korišten je crni i bijeli PE-film, a za izravno prekrivanje biljaka agrotekstil. Presadnice su proizvedene u polistirenskim kontejnerima. Ručna sadnja je obavljena početkom ožujka na razmak redova 30 cm i u redu 25 cm pri čemu je ostvaren sklop od 13 biljaka/m<sup>2</sup>. Površina osnovne parcele bila je 5 m<sup>2</sup>. Vegetacija salate od sadnje do berbe trajala je šezdeset dana. Vlažnost tla tijekom vegetacije održavana je na optimalnoj razini, sustavom navodnjavanja kapanjem. Sadržaj makro i mikroelemenata (P, K, Mg, Zn, Mn i Fe) je određen u suhoj tvari salate. Fosfor je određen spektrofotometrijski. Određivanje kalija je provedeno plamen fotometrijski, a metala (Mn, Zn, Fe i Mg) mokrim spaljivanjem biljnog materijala smjesom kiselina (HNO<sub>3</sub>+HClO<sub>4</sub>+H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), uz očitavanje atomskom apsorpcionom spektrofotometrijom (AAS).

## Rezultati i rasprava

Sadržaj fosfora u salati je različit i kreće se od 0,50 do 2,00 %. U tablici 1. prikazan je utjecaj malčiranja i izravnog prekrivanja na sadržaj nekih hranjivih elemenata u salati. Najveći sadržaj fosfora (0,80 %) zabilježen je u varijanti V<sub>4</sub>, a najmanji (0,43 %) u varijanti V<sub>6</sub>. Prosječan sadržaj fosfora u biljci salate iznosi 0,59 %, a varijacijski koeficijent (CV) je velik, 21,73 %. Prema rezultatima trogodišnjih istraživanja sadržaj fosfora u salati kod jesenskog roka sjetve kretao se od 0,29 % do 0,74 %, dok se u zimskom roku taj sadržaj kretao od 0,24 do 0,60 % (Đurić i sur., 2006). Najveći sadržaj kalija (6,70 %) je zabilježen u varijanti V<sub>3</sub>, a najmanji (5,10 %) u kontrolnoj varijanti. Prosječan sadržaj kalija u biljci salate iznosi 5,60 %, a koeficijent varijacije CV=9,78 %. U biljci salate sadržaj magnezija se kreće od 0,46 % u varijanti s malčiranjem tla crnim PE-filmom do 0,62 % u varijanti V<sub>6</sub>. Prosječan sadržaj magnezija u biljci salate je 0,58 %, uz varijacioni koeficijent 39,94 %. Sadržaj cinka u biljci (mg/kg) salate se kretao od 30,00 mg/kg suhe mase u varijanti V<sub>6</sub> do 67,00 mg/kg u varijanti V<sub>2</sub>. Prosječan sadržaj Zn u biljci salate je 51,57 mg/kg, a koeficijent varijacije iznosi CV=30,50 %. Sadržaj cinka u biljkama varira ovisno o biljnoj vrsti, fazi razvoja, analiziranom dijelu, kao i brojnim čimbenicima (pH, geološka podloga i mehanički sastav, % organske tvari, opskrbljenost tla s P, Ca, Cu, Fe i Mn) koji utječu na pristupačnost cinka u biljci (Durman i sur., 1991).

Tab. 1. Utjecaj malčiranja i izravnog prekrivanja na sadržaj hranjivih elemenata u salati

Varijanta	P (%)	K (%)	Mg (%)	Zn (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Fe (mg/kg)
V <sub>1</sub>	0,50	5,10	0,59	32,00	95,00	260,00
V <sub>2</sub>	0,71	5,20	0,46	67,00	63,00	162,00
V <sub>3</sub>	0,59	6,70	0,70	64,00	110,00	271,00
V <sub>4</sub>	0,80	5,70	0,54	66,00	60,00	207,00
V <sub>5</sub>	0,51	5,20	0,57	48,00	92,00	233,00
V <sub>6</sub>	0,43	5,70	0,62	30,00	91,00	170,00
Prosjek	0,59	5,60	0,58	51,17	85,17	217,17
CV (%)	21,73	9,78	39,94	30,50	21,00	19,13



Graf. 1. Prosječan sadržaj makroelemenata (P, K, Mg)

Graf. 2. Prosječan sadržaj mikroelemenata (Zn, Mn, Fe)

### Zaključak

Na osnovu jednogodišnjeg istraživanja može se zaključiti da je malčiranje tla, utjecalo na povećanje sadržaja makro i mikroelemenata u odnosu na kontrolnu varijantu. Najveći prosječan sadržaj K, Mg, Mn, Fe je registriran pri malčiranju tla bijelim PE-filmom, bez prekrivanja biljaka agrotekstilom (V<sub>3</sub>). Najveći prosječan sadržaj P registriran je pri malčiranju tla crnim PE-filmom, sa prekrivanjem biljaka agrotekstilom (V<sub>4</sub>), a Zn pri malčiranju tla crnim PE-filmom (V<sub>2</sub>).

### Literatura

- Bogdanović, Darinka, Ubavić, M., Čuvardić, M. (1999): Effect of phosphorus fertilization on Zn and Cd contents in soil and corn plants. *Nutrition Cycling and Agroecosystems*, 54: 49-56.
- Durman, P., Poljak, M. (1991): Prilog poznavanju graničnih vrijednosti cinka u funkciji kontaminacije zemljišta i biljaka. *Zbornik izvoda radova čuvajmo zemljište. Jugoslavenski naučni simpozijum*, 24.
- Đurić, Milena, Đalović, I., Cvijović, Milica, Aćamović-Đoković, Gordana (2006): Utjecaj doza azota, vremena sjetve i sorte na sadržaj fosfora u salati. *Zbornik radova. Hrvatski međunarodni znanstveni skup agronoma*, 305-306.
- Đurovka, M., Lazić, Branka, Ilin, Ž., Lazić, S. (1992): Mogućnost rane proizvodnje zdravstveno bezbjednog povrća u bašti, *Završni elaborat, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad*.
- Girenko, M.M., Ivanova, K.M., Komarova, R.A. (1988): *Listovije ovošćmje raštenija. Kulturnaja flora SSSR, Moskva-Leningrad, Agropromizdat, Tone XII, 241-300*.
- Ilin, Ž. (2002): *Proizvodnja povrća u zaštićenom prostoru. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad*.
- Koudela M., Petříková, K. (2008): Nutrients content and yield in selected cultivars of leaf lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*). *Hort. Sci* (3): 99-106.

sa2012\_0416

# Utjecaj sorte i hranjive otopine na prinos salate u plutajućem hidroponu

Nina TOTH, Sanja FABEK, Božidar BENKO, Petar ŠEGON, Ivanka ŽUTIC, Sanja STUBLJAR

Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska  
(e-mail: ntoth@agr.hr)

## Sažetak

Cilj istraživanja bio je utvrditi utjecaj sorte i hranjive otopine na komponente prinosa lisnate salate u plutajućem hidroponu tijekom ljetnog razdoblja 2011. godine. Utvrđen je značajan utjecaj oba faktora, ali ne i njihove interakcije, na tržišni prinos i sve istraživane morfometrijske parametre rozete (biomasa, tržišna masa, promjer i broj listova), izuzev visine. Sorta 'Palmir' zelenih listova imala je opravdano veći prinos (4,3 kg/m<sup>2</sup>) od sorte 'Lunix' crvenih listova (3,5 kg/m<sup>2</sup>). Hranjiva otopina EC-vrijednosti 2,3 dS/m, kiselosti 6,1 i koncentracije otopljenog kisika 5,5 mg/L rezultirala je značajno višim tržišnim prinosom (4,13 kg/m<sup>2</sup>) od hranjive otopine veće pH- i EC-vrijednosti i manje koncentracije kisika.

Ključne riječi: *Lactuca sativa* L. var. *crispa*, ljetni rok uzgoja, rozeta, morfometrijski parametri

## Effect of cultivar and nutrient solution on lettuce yield in floating hydropon

### Abstract

The aim of research was to determine the effect of cultivar and nutrient solution on lettuce yield components in floating hydropon in summer growing period of 2011. There was a significant effect of the both factors, but not their interaction, on marketable yield and researched morphometric parameters of rosette (biomass, marketable mass, diameter and leaves number), except height. Green leaves cv. 'Palmir' had significantly higher marketable yield (4.3 kg/m<sup>2</sup>) than red leaves cv. 'Lunix' (3.5 kg/m<sup>2</sup>). Nutrient solution with acidity 6.1, EC-value 2.3 dS/m and dissolved oxygen concentration 5.5 mg/L resulted with significantly higher yield (4.13 kg/m<sup>2</sup>) than the solution with higher pH- and EC-value and less oxygen.

Key words: *Lactuca sativa* L. var. *crispa*, summer growing period, rosette morphometric parameters

### Uvod

Hrvatsko tržište zahtijeva svježu salatu tijekom cijele godine. Međutim, proizvodnju često ograničava temperatura zraka izvan graničnih vrijednosti potrebnih za vegetativni rast koje su prema Lešić i sur. (2004) u rasponu 12 do 20 °C, a prema Wurr i sur. (1992) 17 do 28 °C tijekom dana te 3 do 12 °C tijekom noći. Primjenom hidroponskih tehnika uzgoja lisnatog povrća u kontroliranim uvjetima zaštićenog prostora moguće je ostvariti ujednačene uvjete za razvoj korijena u kojem hranjiva, kiselost, otopljeni kisik i temperatura mogu biti precizno kontrolirani. Zadržavanjem temperature u zoni korijena između 15 i 17 °C tijekom razdoblja rasta, salata kristalka u mogućnosti je formirati kompaktne glave pri visokoj temperaturi zraka od 25 do 39 °C (Lee i Cheong, 1996). Thompson i sur. (1998) navode da je za produkciju suhe tvari salate optimalna jednaka temperatura zraka i hranjive otopine (24 °C). Zbog potrebe uzgoja salate umjerenih

temperaturnih zahtjeva u ljetnom razdoblju, daljnjim istraživanjem ustanovili su da održavanje temperature hranjive otopine na 24 °C u zoni korijena u plutajućem hidroponu, osigurava maksimalan rast biljaka uz minimalne gubitke čak u uvjetima povećane temperature zraka iznad 30 °C. Toth i sur. (2008) potvrđuju navedeno ostvarenim prinosom „baby leaf“ salate (2,2 kg/m<sup>2</sup>) u plutajućem hidroponu u podjednakim uvjetima ljetnog uzgoja. Slične rezultate Fabek i sur. (2011) navode u proljetnom roku uzgoja matovilca (2,0 kg/m<sup>2</sup>) u plutajućem hidroponu s temperaturom zraka/hranjive otopine 23,4 °C/18,8 °C. Međutim, Kacjan Maršić i Osvald (2002) glavnim uzrokom netrznog prinosa, nekompaktnosti glava i izduživanja stabljike u hidroponskom, ljetnom uzgoju salate glavatice, navode nemogućnost zadržavanja temperature hranjive otopine ispod 24 °C uz srednju dnevnu temperaturu zraka u rasponu 19 do 31 °C. Veći broj autora (Yoshida i sur., 1997; Serio i sur., 2001; Kacjan Maršić i Osvald, 2002; Conversa i sur., 2004; Samarakoon i sur., 2006; Seo i sur., 2009) istraživao je utjecaj sastava, elektroprovodljivosti, kiselosti i koncentracije otopljenog kisika hranjivih otopina na komponente prinosa salate u cilju odabira najprimjerenijih obzirom na svrhu i uvjete uzgoja. U Hrvatskoj je sve popularnija komadna prodaja rozete, odnosno, glavice salate mase između 150 i 250 g, a zbog lakšeg odvajanja, čišćenja i pranja listova sve je traženija lisnata salata koja formira rozetu, a ne čvrstu glavicu. Zbog navedenog te neopremljenosti većine hrvatskih zaštićenih prostora energetskim zavjesama i opremom za hlađenje zraka, razvidna je potreba istraživanja mogućnosti uzgoja lisnate salate u ljetnom razdoblju u zaštićenom prostoru najjednostavnijom hidroponskom tehnikom, plutajućim hidroponom bez sustava za hlađenje hranjive otopine. Istraživanje utjecaja sorte i hranjive otopine na glavne komponente prinosa hidroponski uzgajane lisnate salate provedeno je u opisanim uzgojnim uvjetima, s ciljem utvrđivanja kombinacija sa zadovoljavajućim tržišnim prinosom i potrošačima privlačnim morfološkim svojstvima rozete.

### Materijal i metode

Istraživanje je provedeno u ljetnom razdoblju 2011. godine na pokušalištu Zavoda za povrćarstvo Agronomskog fakulteta u Zagrebu u negrijanom zaštićenom prostoru bez sustava za hlađenje i energetskih zavjesa. U bazenima (4 m × 2 m × 0,2 m) namijenjenim hidroponskom uzgoju povrća sustavom plutajućih ploča (plutajući hidropon), testirane su dvije modificirane hranjive otopine. U bazenu A hranjiva otopina pripravljena je prema Pimpiniju (2005), a u bazenu B prema Sonneveldu (1987) s većim udjelom kalijevog i kalcijevog nitrata. Dvofaktorijski pokus postavljen po split-plot metodi u 5 ponavljanja uključivao je dvije sorte lisnate salate (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) iz hrastolisne skupine: 'Lunix' crvenih listova i 'Palmir' zelenih, obje srednje čvrstih rozeta. Sjetva piliranog sjemena obavljena je 27. svibnja u kocke kamene vune (3,5 cm × 3,5 cm). Presadnice su do sadnje uzgajane u hranjivoj otopini pripravljenoj iz NPK mineralnog gnojiva Polyfeed 11-44-11. Presadnice s razvijenih 4 do 5 listova umetnute su u košarice krutog polietilena i 20. lipnja raspoređene na polistirenske ploče u otvore razmaka 0,2 m × 0,2 m, čime je ostvaren sklop od 25 biljaka/m<sup>2</sup>. Osnovna parcela površine 0,8 m<sup>2</sup> imala je 20 biljaka. Tijekom 18 dana vegetacije od sadnje do berbe svakodnevno su praćeni abiotski parametri hranjive otopine (temperatura, pH- i EC-vrijednost, koncentracija otopljenog kisika i visina stupca) te zraka (minimalna i maksimalna temperatura i vlažnost). U razdoblju vegetacije hranjiva otopina u oba bazena svakodnevno je obogaćivana kisikom, ali nije nadopunjavana niti korigirana. Kemijska analiza hranjivih otopina standardnim analitičkim metodama (AOAC, 1995) provedena je na početku i kraju vegetacije salate. Prilikom jednokratne berbe 7. srpnja na 5 reprezentativnih biljaka svakog tretiranja obavljena je morfometrija (biomasa, tržišna masa, promjer, visina i broj listova) rozeta, a tržišni prinos je utvrđen na osnovu svih 20 biljaka pojedinog tretiranja. Utjecaj sorte i sastava hranjive otopine na istraživane parametre utvrđen je analizom varijance (SAS, 1999).

### Rezultati i rasprava

U tablici 1. prikazane su dnevne i prosječne vrijednosti abiotskih čimbenika hranjive otopine i zraka u vegetacijskom razdoblju salate. Srednja relativna vlažnost zraka bila je umjerena (44 do 55 %) te unutar pogodnih vrijednosti za uzgoj salate (30 do 70 %). Srednja dnevna temperatura zraka od sadnje do berbe salate bila je u rasponu 22,8 do 33,4 °C, međutim, tijekom 2/3 vegetacije (12 dana) bila je viša od 24 °C, odnosno, optimalne temperature zraka za rast salate koju navode Thompson i sur. (1998). Minimalna dnevna temperatura zraka kretala se od 11,9 do 19,6 °C, dok je maksimalna dnevna temperatura svih 18 dana vegetacije bila ≥ 30 °C. Također, Thompson i sur. (1998) ističu da je hidroponski uzgoj salate moguć i u uvjetima povišene dnevne temperature zraka (>31 °C), ali pod uvjetom optimiziranja temperature u

području korijena, odnosno, hranjive otopine na 24 °C. Rezultati ovog istraživanja ukazuju da je temperatura hranjivih otopina bila viša od preporučene optimalne, prosječno u bazenu B za 3,6 °C, a u bazenu A za 5,8 °C. Viša temperatura hranjivih otopina posljedica je slabije mogućnosti njihovog prirodnog hlađenja tijekom noći zbog potpune prekrivenosti vodene površine polistirenskim pločama koje su dobar izolator. Na manju razliku u temperaturi između hranjivih otopina u bazenu A i B (2,2 °C) utjecala je razlika u njihovom volumenu. U bazenu A svakodnevno je bilježen manji volumen hranjive otopine (podaci visine stupca nisu prikazani), odnosno, veća potrošnja hranjive otopine uslijed bržeg rasta biljaka u hranjivoj otopini prema Pimpiniju. Koncentracija otopljenog kisika u bazenu A i B bila je podjednaka (5,5 i 5,0 mg/L) i dostatna jer Goto i sur. (1996) te Chun i Takakura (1994) kao kritičnu koncentraciju otopljenog kisika za disanje korijena salate u otopini navode 2,0, odnosno, 2,5 mg/L. Dnevna pH-vrijednost hranjive otopine bila je u rasponu 5,4 do 6,9 u bazenu A te 5,4 do 7,1 u bazenu B pa je prosječna pH-vrijednost za razdoblje uzgoja bila podjednaka (6,1 i 6,3). Dobiveni rezultati sukladni su kretanju kiselosti hranjive otopine koje su u hidroponskom uzgoju salate u ljetnom roku uzgoja zabilježili Kacjan Maršić i Osvald (2002). Hranjiva otopina prema Pimpiniju (bazen A) imala je dnevnu EC-vrijednost u rasponu 2,1 do 2,6 dS/m te manju prosječnu vrijednost (2,3 dS/m) za razdoblje uzgoja u odnosu na otopinu prema Sonneveldu u bazenu B.

Tablica 1. Dnevne i prosječne vrijednosti abiotičkih čimbenika hranjive otopine i zraka tijekom hidroponskog uzgoja lisnate salate, Zagreb, ljeto 2011.

Datum	Hranjiva otopina								Zrak			
	Temperatura (°C)		pH		E.C. (dS/m)		Kisik (mg/L)		Temperatura (°C)		Relativna vlažnost (%)	
	A*	B**	A	B	A	B	A	B	Min	Max		Srednja
21.6.	24,8	23,1	6,5	6,8	2,3	2,3	5,9	6,0	11,9	35,2	23,6	53
22.6.	24,9	23,6	6,8	6,9	2,3	2,3	5,8	5,9	18,2	32,5	25,4	51
23.6.	25,8	24,5	6,9	6,7	2,3	2,3	5,6	5,9	19,6	37,1	28,4	46
24.6.	29,5	25,3	6,6	7,1	2,3	2,3	5,2	5,8	18,9	36,8	27,9	44
25.6.	29,4	25,2	6,5	6,1	2,3	2,5	5,3	5,9	16,6	30,0	23,3	55
26.6.	29,2	25,1	6,5	6,2	2,2	2,9	5,6	6,0	17,4	32,0	24,7	46
27.6.	29,1	24,9	6,5	6,4	2,1	2,7	5,9	6,1	15,8	30,4	23,1	47
28.6.	29,7	25,3	6,5	6,4	2,2	2,8	5,9	6,2	18,3	33,0	25,7	48
29.6.	30,3	26,3	6,3	6,6	2,1	2,8	6,8	6,4	17,2	35,5	26,4	44
30.6.	30,9	28,3	6,1	6,6	2,2	2,6	5,9	4,5	19,3	35,5	27,4	45
1.7.	30,1	28,2	6,1	6,6	2,3	2,8	5,7	4,3	18,2	35,9	27,1	45
2.7.	31,3	30,1	5,6	5,6	2,4	2,8	5,4	4,2	16,8	30,4	23,6	54
3.7.	32,5	31,6	5,6	5,7	2,4	2,9	5,1	4,2	14,1	31,5	22,8	45
4.7.	33,8	32,8	5,6	6,2	2,3	2,9	4,9	4,2	14,2	31,6	22,9	47
5.7.	35,8	35,1	5,6	5,4	2,4	2,9	5,5	3,3	18,6	35,1	26,9	46
6.7.	32,5	31,9	5,6	5,8	2,4	2,9	5,0	3,7	17,3	34,6	26,0	52
7.7.	30,2	29,2	5,4	5,7	2,5	2,9	4,9	3,4	17,6	42,2	29,9	49
8.7.	26,8	27,0	5,4	5,7	2,6	2,9	4,9	3,6	18,3	48,4	33,4	45
Prosjeck	29,8	27,6	6,1	6,3	2,3	2,7	5,5	5,0	17,1	34,9	26,0	48

\*A – modificirana hranjiva otopina prema Pimpiniju; \*\* B – modificirana hranjiva otopina prema Sonneveldu

Analizom varijance utvrđen je opravdani utjecaj oba istraživana faktora, sorte i hranjive otopine, na tržišni prinos i sve promatrane morfološke parametre rozete (biomasa, tržišna masa, promjer i broj listova), izuzev visine (Tablica 2.). Bez obzira na istraživane faktore i njihovu interakciju, visina rozete je bila vrlo ujednačena, u rasponu od 16,8 do 17,8 cm. Odnos visine i promjera rozete, podjednak kod obje sorte ('Lunix' 1:1,2 i 'Palmir' 1:1,3-1,4) ukazuje da visoka temperatura zraka i hranjivih otopina nije uzrokovala izduživanje rozeta. Suprotno, pri sličnim mikroklimatskim uvjetima u hidroponskom uzgoju salate glavice, Kacjan Maršić i Osvald (2002) zapažaju napredovanje izduživanja stabljike i izostanak formiranja kompaktnih glavica. Sorta 'Palmir' zelenih listova imala je rozete značajno veće biomase (219 g), tržišne mase (184 g), promjera (23,2 cm) i broja listova (27,4) nego sorta 'Lunix' crvenih listova (165 g, 149 g, 20,1 cm i 23,5). Također uz statističku opravdanost, sorta 'Palmir' ostvarila je 20 % veći tržišni prinos (4,31 kg/m<sup>2</sup>) od sorte 'Lunix' (3,47 kg/m<sup>2</sup>). Uzgoju lisnate salate pogoduje hranjiva otopina prema Pimpiniju, manje pH- (6,1) i EC-vrijednosti (2,3 dS/m) obzirom na statistički značajno veću biomasu, tržišnu masu i broj listova rozete (197 g, 170 g i 27,4) te veći tržišni prinos (4,13 kg/m<sup>2</sup>). Manji broj listova rozete (23,5) zabilježen pri višoj EC-vrijednosti (2,7 dS/m) hranjive otopine prema Sonneveldu, odgovara navodima Samarakoona i sur.

(2006) koji su utvrdili najmanji broj listova (15) pri EC-vrijednosti 3 dS/m. Prosječna tržna masa rozete u ovom istraživanju (166 g) nešto je veća od mase rozete lisnate salate (134 g) koju navode Seo i sur. (2009), ali manja nego što u sličnim istraživanjima sa salatnom glavaticom u tipu kristalke navode Benko i sur. (2009), Kacjan Maršić i Osvald (2002) te Conversa i sur. (2004). Iako je u svim istraživanim parametrima izostala statistička opravdanost interakcije faktora, s najvećim vrijednostima, kao relativno najbolja, ističe se kombinacija sorte 'Palmir' × hranjive otopine prema Pimpiniju.

Tablica 2. Utjecaj sorte i hranjive otopine na morfometrijske parametre rozete i tržni prinos hidroponski uzgajane lisnate salate, Zagreb, ljeto 2011.

Tretman	Morfometrijski parametri rozete					Tržni prinos
Sorta	Biomasa (g)	Tržna masa (g)	Broj listova	Promjer (cm)	Visina (cm)	(kg/m <sup>2</sup> )
Lunix	165	149	23,8	20,1	16,9	3,47
Palmir	219**	184**	27,1*	23,2**	17,6	4,31**
Hranjiva otopina <sup>x</sup>						
A	197*	170*	27,4**	21,3	17,3	4,13**
B	187	163	23,5	22,0**	17,3	3,65
Sorta x Hranjiva otopina <sup>y</sup>						
Lunix x A	167	151	25,8	19,9	16,8	3,70
Lunix x B	162	147	21,8	20,3	17,1	3,23
Palmir x A	226	188	29,0	22,7	17,8	4,55
Palmir x B	212	179	25,2	23,6	17,5	4,06

\* razina signifikantnosti  $P \leq 0,05^*$ ; <sup>x</sup>A – modificirana hranjiva otopina prema Pimpiniju; \*\* razina signifikantnosti  $P \leq 0,01^{**}$ ; B – modificirana hranjiva otopina prema Sonneveldu; <sup>y</sup> bez statističkih razlika (n.s.)

## Zaključci

Temeljem ostvarenog prosječnog tržnog prinosa (3,89 kg/m<sup>2</sup>) zaključuje se da je uzgoj lisnate salate u plutajućem hidroponu tijekom ljetnog razdoblja moguć i pri višim temperaturama zraka/hranjive otopine (26,0 °C/28,7 °C) od optimalnih (24,0 °C/24,0 °C). Obje sorte 'Palmir' i 'Lunix' formirale su rozete očekivane srednje kompaktnosti, bez izduživanja stabljike. Kombinacija sorte 'Palmir' × hranjive otopine prema Pimpiniju (prosječnih vrijednosti: pH 6,1, EC 2,3 dS/m i koncentracija otopljenog kisika 5,5 mg/L) zbog relativno najviših vrijednosti svih istraživanih parametara perspektivna je za praksu i daljnja istraživanja.

## Literatura

- Benko B., Borošić J., Novak B., Toth N., Fabek S., Žutić I. (2009). Autumn lettuce production on rockwool slabs. *Acta Horticulturae* 807 (2): 495-500.
- Chun C., Takakura, T. (1994). Rate of root respiration of lettuce under various dissolved oxygen concentration in hydroponics. *Environment Control in Biology* 32(2):125-135.
- Conversa G., Santamaria P., Gonnella M. (2004). Growth, yield and mineral content of butterhead lettuce grown in NFT. *Acta Horticulturae* 659: 621-628.
- Fabek S., Toth N., Benko B., Borošić J., Žutić I., Novak B. (2011). Lamb's lettuce growing cycle and yield as affected by abiotic factors. *Acta Horticulturae* 893: 887-894.
- Goto E., Both A.J., Albright L.D., Langhans R.W., Leed A.R. (1996). Effect of dissolved oxygen concentration on lettuce growth in floating hydroponics. *Acta Horticulturae* 440: 205-210.
- Kacjan Maršić N., Osvald J. (2002). Effects of different nitrogen levels on lettuce growth and nitrate accumulation in iceberg lettuce (*Lactuca sativa* var. *capitata* L.) grown hydroponically under greenhouse conditions. *Gartenbauwissenschaft* 67 (4): 128-134.
- Lešić R., Borošić J., Ćustić M., Poljak M., Romić D. (2004). Povrčarstvo, Zrinski, Čakovec.
- Pimpini, F., Giannini, M., Lazzarin, R. 2005. Ortaggi da foglia da taglio. Veneto Agricoltura, Padova.
- Samarakoon U.C., Weerasinghe P.A., Weerakkody W.A.P. (2006). Effect of electrical conductivity [EC] of the nutrient solution on nutrient uptake, growth and yield of leaf lettuce (*Lactuca sativa* L.) in stationary culture. *Tropical Agricultural Research* 18:13-21.

- Seo M.W., Yang D.S., Kays S.J., Kim J.H., Woo J.H., Park K.W. (2009). Effects of nutrient solution electrical conductivity and sulfur, magnesium, and phosphorus concentration on sesquiterpene lactones in hydroponically grown lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Scientia Horticulturae* 122: 369-374.
- Serio F., Elia A., Santamaria P., Ruiz Rodriguez G., Conversa G., Bianco V.V. (2001). Lettuce growth, yield and nitrate content as affected by electrical conductivity of nutrient solution. *Acta Horticulturae* 559: 563-568.
- Sonneveld C., de Krey C. (1987). Nutrient solutions for vegetables and flowers grown in water or substrates *Voedingsoplossingen glastuinbouw* 8: 14.
- Thompson H.C., Langhans R.W., Both A.J., Albright L.D. (1998). Shoot and root temperature effects on lettuce growth in a floating hydroponic system. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 123(3): 361-364.
- Toth N., Borošić J., Fabek S., Benko B., Novak B. (2008). Leafy vegetables grown in floating system. Book of abstracts of 43<sup>rd</sup> Croatian and 3<sup>rd</sup> International Symposium on Agriculture p: 132,
- Yoshida S., Kitano M., Educhi H. (1997). Growth of lettuce plants (*Lactuca sativa* L.) under control of dissolved O<sub>2</sub> concentration in hydroponics. *Biotronics* 26: 39-45.
- Wurr D.C.E., Fellows J.R., Hambridge A.J. (1992) Environmental factors influencing head density and diameter of crisp lettuce cv. Saladin. *Journal of Horticultural Science* 67(3): 395-401.

sa2012\_0417



# The efficiency of some insecticides in controlling the pests of marigold (*Calendula officinalis*) crop

Cristina ZEPA (Coradini), Valeriu TABĂRĂ, Irina PETRESCU, Giancarla VELICEVICI, Renato CORADINI, Roxana ZEPA (Bejan)

University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine of Banat, Timișoara country, Romania No.119, Aradului Street, Timisoara, district Timis, Romania (e-mail:cristina.coradini@yahoo.com)

## Abstract

For chemical control of tobacco thrips (*Thrips tabaci*) on marigold crop the following insecticides were used: Talstar 10 EC (*bifentrin* 100 g/l; 0.05 %), Actellic 50 EC (*pirimifos metil* 500 g/l; 0.1 %), Karate Zeon (*lambda cihalotrin* 50 g/l; 0.02%), Nuprid 200 SC (*imidacloprid* 200 g/l; 0.075 %), Faster 10 CE (*ipermetrin* 100 g/l; 0.03 %), in comparison with untreated control. The best initial efficiency (24 hours after treatment) was showed by Actellic 50 EC, with effectiveness coefficient (E) of 66 % and Faster (E = 54 %). Seven days after treatment the best residual effect was obtained by Actellic (E = 92 %) and Karate Zeon (E = 90 %), and these products being indicated for tobacco thrips control on the marigold crop.

Key words: *Thrips tabaci*, *Calendula officinalis* L., insecticides

## Introduction

The surface cropped with medical and aromatic plants (MAPs) in Romania is about 11000 ha. The main medicinal and aromatic plants are coriander, cumin, anise, balm, marigolds, mint and sage, with a production of 9100 tones per year. Marigold is important medicinal plant species, both in Romania and in a lot of European countries as Germany, Great Britain, Netherlands, Spain, Moldavia and France, because of phytotherapeutic excellences of its raw material and preparations used in case of some affections, inclusive cancer. Its economic importance is increased by huge usage of *Calendulae flos* in making cosmetics and also, by seeds as a source of fatty oil used for art and industrial purposes. Thus, investigations and implementation programs of marigold have been carried out in European Union (EU) in the last decade. Nowadays, marigold is located among ten of the most popular MAPs in Europe, but according to statistical data, it is beat only by chamomile.

The MAPs are susceptible to the pests and diseases attack, which could qualitatively and quantitatively depreciate the crops. The marigold crops can be invaded by dangerous pest, tobacco trips (*Thrips tabaci*), which quickly extends making great damages. The adults and larvae are localized at crossing among nervures, bore the surface of vegetal tissues and extract the juice, causing whitish or yellowish flecks. If they appear in a great number, economic damages can be expected. By damages produced, tobacco trips would be in competition with the californian thrips (*Frankliniella occidentalis*). Therefore, measures of controlling must be taken, through the treatments with products proposed by European Union.

Taking in view that in Romania, and especially in West Plain conditions, a few investigations concerning the control of these insects were conducted this work proposes the testing of some insecticides accepted by EU for control the *Thysanoptera* pests, especially the *Thrips tabaci*. Thus, it is necessary to find out the most efficient insecticides and the best moment of their applying.

Investigations concerning the control of *Thrips tabaci* were made by some authors. Lynch et al. (1984) made in Georgia investigations concerning the control of *Thysanoptera* at the ground nuts with insecticides

applied in plantation furrow, and gave their evaluation. Oetting (1988) tested the resistance of different life-stage forms of western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) to selective insecticides (*acrinathrin*, *formetanate* and *methiocarb*) using resistant laboratory strains. Attique and Ahmad (1990) obtained results concerning the tobacco trips attack on the cotton leaves, where an average of 15 adults per leaf decreased the crop yield for approximately 37%. Trdan et al. (2005) were studied the effects of five early white cabbage cultivars and three plant densities on onion thrips damage under insecticide-free conditions. Larentzaki's et al. (2008) research indicated that population of *T. tabaci* in onion crop can be significantly reduced by the use of straw mulch, without compromising overall onion yield. Diaz-Montano et al. (2010) made investigations concerning damages caused by tobacco trips in the onion crop, by testing the resistance of 49 onion cultivars. Nault and Shelton (2010) studied the moment of insecticides application from the point of the number of larvae per leaf, and results indicated that *T. tabaci* infestations were managed effectively when *spinetoram* was applied after a three larvae per leaf threshold, but not when using *lambda-cyhalothrin*, *methomyl* or *formetanate hydrochloride*. However, *T. tabaci* infestations were managed well when *methomyl* and *formetanate hydrochloride* were applied after a one larva per leaf threshold. *T. tabaci* infestations were never controlled using *lambda-cyhalothrin*, regardless of the action threshold used, none of the products reduced *T. tabaci* populations to an acceptable level when applied at a five larvae per leaf threshold.

Investigation in that domain in Romania were made by Szabo and Vasiliu Oromulu (1997) and Muntenașu (2006), who analyzed aspects concerning the control of trips species (testing the efficiency of some pesticides, identifying the products with the best results, control schedules establishment) in the greenhouses of Barlad (Iasi district) by chemical means (Mospilan 20 SP, 0.04%; Sinoratox 35 EC, 0.01%; Polytrin 200 EC, 0.015%; Thionex 35 EC, 0.2%; Talstar 10 EC, 0,05%; Fastac 10 EC, 0.04%; Supersect 10 EC, 0.03%; Diazol 60 EC, 0.15%; Basudin 600 EW, 0.1%; Sumicidin 20 EC, 0.05%; Confidor 200 SL, 0.07% and Vertimec 1,8 EC, 0.08%).

## Materials and methods

The experiment was carried out in 2011 in the experimental field located in Didactical Base Timisoara, Romania. The experiment concerning the control of tobacco thrips on marigold crop was realized with 5 insecticidal treatments: Talstar 10 EC (*bifenthrin* 100 g/l; 0.05 %), Actellic 50 EC (*pirimifos metil* 500 g/l; 0.1 %), Karate Zeon (*lambda cihalotrin* 50 g/l; 0.02%), Nuprid 200 SC (*imidacloprid* 200 g/l; 0.075 %), Faster 10 CE (*ipermetrin* 100 g/l; 0.03 %) and untreated control, in 3 replications. Each treatment consisted of 10 plants per replication. Hand pump of type GDM- professional "Eva Totally" was used for application of chemicals.

The samples were collected in the period June 20 – 28, between 8 and 11 a.m., when the temperature was between 20 and 25 degrees and the humidity 60 to 70%. The entomological material, collected by the method of jarring the plant organs, was determined and sorted. The crop was sampled before treatment, 24, 48 and 72 hours and 7 days after treatment, with the aim to determine the efficiency of tested products, presented as efficiency coefficients calculated by Henderson-Tilton (1955) formula.

## Results and discussions

Before treatment, the number of *Thrips tabaci* adults on marigold crop was in the range form 129.3 to 138.7 per 10 plants (Table 1). The number of thrips population was diminished after the treatments applied. The smallest number of live individuals 24 hours after treatment was collected from the plants treated with Actellic (50.3) and Faster (67.0). These products had the best initial efficiency in tobacco thrips control (E = 66.3 and 54.1 %, respectively, Table 2). On the contrary, the worst effect was obtained by application of Karate Zeon, because of the greatest number of remaining alive adults per 10 plants (83.7 individuals, E = 42.3 %).

The smallest number of thrips individuals 48 and 72 hours after treatment was present on the variants treated with Actellic (35.3 and 30.7) and Faster (51.3 and 42.7), as well. Effectiveness coefficients of these preparations enlarged in this period for almost 20 % (E = 84.2 and 73.3 %, respectively).

## The efficiency of some insecticides in controlling the pests of marigold (*Calendula officinalis*) crop

**Table 1.** The efficiency testing of some insecticides used in the control of tobacco thrips (*Thrips tabaci*) on the marigold crop at Didactical Base Timisoara, 2011

Collecting date	The living adults number ( $X \pm s_x$ )					
	Untreated	Talstar 10 EC 0.5%	Actellic 50 EC 0.1%	Karate Zeon 0.02%	Nuprid 200 SC 0.075%	Faster 10 CE 0.03%
20.06.2011 (before treatment)	136.0 $\pm$ 11.6	134.7 $\pm$ 14.2	138.7 $\pm$ 17.2	134.7 $\pm$ 11.3	129.3 $\pm$ 21.3	135.7 $\pm$ 10.2
21.06.2011 (24 hours after treatment)	146.3 $\pm$ 10.3	74.0 $\pm$ 9.8	50.3 $\pm$ 7.8	83.7 $\pm$ 14.9	68.3 $\pm$ 9.0	67.0 $\pm$ 8.2
22.06.2011 (48 hours after treatment)	151.3 $\pm$ 9.2	69.7 $\pm$ 8.8	35.3 $\pm$ 6.9	74.7 $\pm$ 14.3	55.7 $\pm$ 7.1	51.3 $\pm$ 9.0
23.06.2011 (72 hours after treatment)	160.3 $\pm$ 3.3	63.0 $\pm$ 4.7	30.7 $\pm$ 2.4	53.3 $\pm$ 4.0	56.7 $\pm$ 12.7	42.7 $\pm$ 2.2
28.06.2011 (7 days after treatment)	163.3 $\pm$ 12.7	32.7 $\pm$ 5.5	12.7 $\pm$ 1.2	15.0 $\pm$ 3.6	29.7 $\pm$ 6.0	24.7 $\pm$ 5.6

Seven days after treatment the smallest number of alive tobacco thrips adults was observed again at the plants treated with Actellic (12.7 individuals per 10 plants), but now followed by Karate Zeon (15.0 individuals per 10 plants). Their effectiveness coefficients at that moment were 92.4 and 90.7 %, indicating them as the best in thrips population control on marigold crop, and followed by Faster (E = 84.7%).

**Table 2.** The effectiveness coefficients of insecticides used in control of tobacco thrips on the marigold crop at Didactical Base Timisoara, 2011

Comercial name	Active substance	Conc.(%)	Henderson-Tilton effectiveness coefficient (E, %) after			
			24 hours	48 hours	72 hours	7 days
Talstar 10 EC	<i>bifentrin</i> 100g/l	0.05	48.9	53.5	60.3	79.8
Actellic 50 EC	<i>pirimifos metil</i> 500g/l	0.1	66.3	81.2	84.2	92.4
Karate Zeon	<i>lambda cihalotrin</i> 50 g/l	0.02	42.3	50.2	66.4	90.7
Nuprid 200 SC	<i>imidacloprid</i> 200 g/l	0.075	50.9	61.3	62.8	80.9
Faster 10 CE	<i>ipermetrin</i> 100g/l	0.03	54.1	66.0	73.3	84.7

## Conclusions

Seven days after treatments applied with the aim to manage the tobacco thrips population in the marigold crop, the smallest number of live individuals was collected at the plants treated by Actellic 50 EC, followed by the Karate Zeon, and these two products being indicated as the best tobacco thrips controllers on the marigold crop (E = 92.4 and 90.7%, respectively). Faster expressed relatively good control (E = 84.7 %), as well.

## References

- Attique M.R., Ahmad Z. (1990). Investigation of *Thrips tabaci* Lind. as a cotton pest and the development of strategies for its control in Punjab. Crop Protection 9 (6): 469-473.
- Diaz-Montano J., Fuchs M., Nault B.A., Shelton A.M. (2010). Evaluation of onion cultivars for resistance to onion thrips (Thysanoptera: Thripidae) and Iris yellow spot virus. J. Econ. Entomol. 103(3): 925-937.
- Henderson C.F., Tilton E.W. (1955). Tests with acaricides against the brow wheat mite, J. Econ. Entomol. 48:157-161.
- Larentzaki E., Plate J., Nault B.A., Shelton A.M. (2008). Impact of straw mulch on populations of onion thrips (Thysanoptera: Thripidae) in onion. J. Econ. Entomol. 101(4): 1317-1324.

- Lynch R.E., Garner J.W., Morgan L.W. (1984). Influence of systemic insecticides on thrips' damage and yield of florunner peanuts in Georgia. *J. Agric. Entomol.* 1(1): 33-42.
- Muntenașu M. (2006). *Biologia, ecologia și combaterea principalelor specii dăunătoare în serele floricole de la Bârlad-Vaslui*, Teză de doctorat, Iași
- Nault B.A., Shelton A.M. (2010). Impact of insecticide efficacy on developing action thresholds for pest management: A case study of onion thrips (Thysanoptera: Thripidae) on onion. *J. Econ. Entomol.* 103(4): 1315-1326.
- Oetting R.D. (1988). Application of abamectin for *Frankliniella occidentalis* control in glasshouses. *Proceedings of the British Crop Protection Conference on Pests and Diseases, London, British Crop Protection Council 1*: 181-185.
- Szabo A., Vasiliu Oromulu L. (1997). Cercetări de bioecologie și combatere integrată a dăunătorului *Frankliniella occidentalis* Pergande în culturile de castraveți, *Lucr. șt. ICLF*
- Trdan S., Milevoj L., ZeZlina I., Raspudic E., Andjus L., Vidrih M., Bergant K., Valic N., Znidarcic D. (2005). Feeding damage by onion thrips, *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae), on early white cabbage grown under insecticide-free conditions. *African Entomology* 13(1): 85– 95.

### **Acknowledgement**

This work was published during the project “Postdoctoral School Of Agriculture And Veterinary Medicine”, POSDRU/89/1.5/S/62371, co-financed by the European Social Fund through the Sectorial Operational Programme for the Human Resources Development 2007-2013.

**sa2012\_0418**

# Hidroponski uzgoj krastavca u ljetno-jesenskom roku

Josip BOROŠIĆ, Božidar BENKO, Sanja FABEK, Sanja STUBLJAR, Nina TOTH

Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska  
(e-mail: jborosic@agr.hr)

## Sažetak

Cilj istraživanja je bio utvrditi komponente prinosa salatnih krastavaca (kultivari: Caman, Charta, Dinero, Enki, Paraiso) na organskom i anorganskom supstratu (kokosova vlakna i kamena vuna) u ljetno-jesenskom uzgoju. Supstrat nije utjecao na prinos, prosječnu masu i dužinu ploda krastavca. Plodovi iz usjeva na vlaknima kokosova oraha imali su za oko 0,5 cm veći promjer. Tijekom devet tjedana berbe kultivar Enki ostvario je najveći prinos (6,55 kg po biljci). Kultivari Enki i Paraiso imali su i najkрупnije plodove: prosječne mase oko 185 g, dužine oko 20 cm i promjera oko 4 cm, kao i najveći broj tržišnih plodova, 30 do 35 po biljci. Najveći dnevni prirast prinosa ploda ostvaren je u mjesecu rujnu kada su temperature zraka u plasteniku bile povoljnije. Ovisno o kultivaru i supstratu, bio je od 75 do 160 g po biljci.

Ključne riječi: *Cucumis sativus*, supstrat, kultivari, broj i masa plodova, tržišni prinos

## The soilless culture of cucumber in summer-autumn growing period

### Abstract

The research was done to determine the yield components of cucumber (cultivars: Caman, Charta, Dinero, Enki, Paraiso) on organic and inorganic substrate (coconut fibre, rockwool) in summer-autumn growing period. Substrate did not affected yield, the average cucumber fruit weight, and fruit length. Cucumber fruits from crop on coconut fibre had around 0.5 cm higher diameter than fruits from crop on rockwool. Cv. 'Enki' achieved the highest fruit yield (6.55 kg per plant) during nine weeks harvest period. Cvs 'Enki' and 'Paraiso' had the largest fruits, as well; the average weight around 185 g, the length around 20 cm and, the diameter around 4 cm, as the highest number of marketable fruits, 30 to 35 fruits per plant.

The highest daily increase of yield was achieved in month September because in then time the air temperatures in plastic house were more favourable. Depending on cultivar and substrate, daily yield was between 75 and 160 g per plant.

Key words: *Cucumis sativus* L., substrate, cultivars, fruit number and weight, marketable yield

### Uvod

Duljina vegetacije krastavca u zaštićenom prostoru često ovisi o prodajnoj cijeni. Velika ponuda krastavca u prvoj polovici ljeta smanjuje prodajnu cijenu i proizvođači prekidaju berbu. Dio ljeta su zaštićeni prostori prazni, a tek u rujnu počinje priprema tla za uzgoj jesensko-zimskih i ozimih kultura.

U hidroponskoj tehnologiji uzgoja bolja je opskrbljenost biljaka hranjivima i vodom. Biljke brže rastu te se skraćuju pojedine fenofaze u usporedbi s uzgojem na tlu. Zbog bržeg formiranja biomase u jedinici vremena i po jedinici prostora, krastavac ranije pristiže u berbu, učestalost berbe i prinos su veći, u odnosu na uzgoj na tlu. U negrijanom zaštićenom prostoru u kasnojletnoj sadnji krastavca, berba je relativno kratka. Ovisno o vanjskim uvjetima, u kopnenoj Hrvatskoj završava u listopadu. Zbog toga, hidroponski uzgoj treba omogućiti češću berbu i veći prinos krastavca.

Cilj je ovog istraživanja bio primjenom hidroponske tehnologije istražiti mogućnost uzgoja salatnog krastavca na anorganskom (kamena vuna) i organskom (kokosova vlakna) supstratu u ljetno-jesenskom roku.

### Materijal i metode

Istraživanje je provedeno u negrijanom plateniku, pokrivenom jednostrukom PE-folijom i opremljenom bočnom ventilacijom. Tijekom ljeta podignute su čelne stranice kako bi se pospješilo provjetranje. U plateniku su postavljeni spremnici za gotovu hranjivu otopinu i sustav za navodnjavanje kapanjem. Broj i trajanje obroka fertirigacije regulirani su na vremenskom programatoru koji je preko elektromagnetskog ventila uključivao i isključivao crpku za distribuciju hranjive otopine. Ovisno o mikroklimatskim uvjetima u plateniku i fazi razvoja biljke, dnevno je bilo do 24 obroka fertirigacije. Primijenjena je hranjiva otopina sastava planiranog prema Enzo i sur. (2001).

U istraživanju je bilo pet novijih kultivara salatnih krastavaca. Dva od njih, Caman i Dinero, na Sortnoj su listi poljoprivrednog bilja u Hrvatskoj. Uzgajani su na pločama: od kamene vune i vlakana kokosova oraha. Sjeme je sijano 4. srpnja, a presadnice s dva do tri lista u blokovima kamene vune posađene su 28. srpnja. Razmak između biljaka u redu bio je 0,5 m, a između redova 1 m, čime je ostvaren sklop 2 biljke na m<sup>2</sup>. Do 40 cm iznad tla uklonjeni su svi plodovi i postrane vriježe, a sljedeće su vriježe skraćene na jedan plod i dva lista. Tijekom vegetacije provođene su mjere njege usjeva: omatanje biljaka oko plastičnog veziva i pinciranje vriježa.

Berba je počela 16. kolovoza i trajala je do 17 listopada. Ukupno je bilo 20 berbi. Prosječno bralo se svaki treći dan. Utvrđeni su broj i masa ploda (g), dužina i promjer ploda (cm) te prinos po biljci (kg).

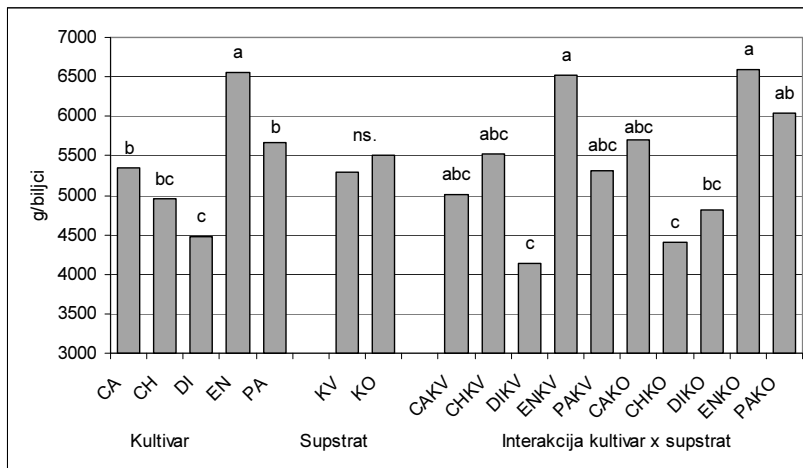
Pokus je bio postavljen po metodi slučajnog blokno rasporeda u tri ponavljanja. Osnovnu parcelu činila je jedna ploča supstrata s dvije biljke krastavca. Statistička analiza rezultata obavljena je analizom varijance (anova), dok su prosječne vrijednosti testirane LSD-testom na razini signifikantnosti  $p \leq 0,05$ .

### Rezultati i rasprava

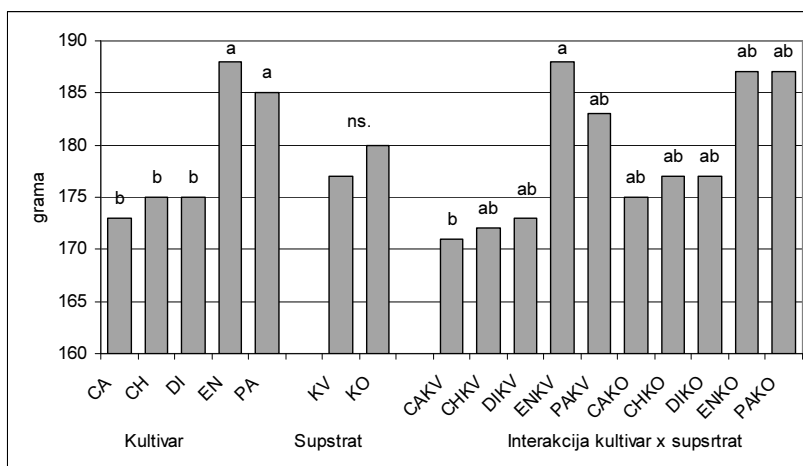
U 9 tjedana berbe, od sredine kolovoza do sredine listopada, ubrano je više od 5 kg plodova krastavca po biljci. Uz sklop 2 biljke po m<sup>2</sup>, ostvaren je prinos više od 100 t/ha. Supstrat nije utjecao na prinos krastavca (grafikon 1). Oba supstrata, kamena vuna i vlakna kokosova oraha, imaju podjednaka svojstva. Enzo i sur. (2001) navode da imaju malu volumnu masu (do 100 kg/m<sup>3</sup>), veliki porozitet (95 %) i kapacitet za hranjivu otopinu (oko 80 % makropora), zadovoljavajući kapacitet za zrak (> 10 % mikropora), nisku električnu vodljivost (kamena vuna, EC = 0,01 mS/cm) i optimalnu kemijsku reakciju (kokosova vlakna, pH-vrijednost 5 do 6,8). Prinos je međusobno djelovanje krupnoće i broja tržnih plodova po biljci. Na oba je supstrata bio podjednak broj tržnih plodova po biljci, na kamenoj vuni 28,5 i na kokosovim vlaknima 29,0 (tablica 1). Isto tako, nije bilo značajne razlike u prosječnoj masi ploda (grafikon 2) između supstrata (Parks i sur. 2004; Al Rawahy i sur. 2009; Benko i sur. 2011), dok su Peyvast i sur. (2008) utvrdili značajne razlike u masi ploda, ovisno o supstratu. Na oba supstrata ostvarena je jednaka dužina ploda (Peyvast i sur. 2008), a Benko i sur. (2011) utvrdili su suprotno. Na kamenoj vuni plodovi su imali za 0,5 cm veći promjer (tablica 1). Peyvast i sur. (2008) i Benko i sur. (2011) nisu utvrdili razlike u promjeru ploda, ovisno o supstratu.

Nije bilo razlike u prinosu krastavaca uzgajanih na kamenoj vuni i kokosovim vlaknima (Benko i sur., 2011), kao ni uzgajanih na tresetu i perlitu (Benko i sur., 2009), ali je veći prinos ostvaren na supstratima kamena vuna i kokosova vlakna od prinosa na druga dva. Neki su autori utvrdili razlike u prinosu krastavca na različitim anorganskim i organskim supstratima (Böhme i sur. 2008; Peyvast i sur. 2008; Abdelaziz i Pokluda, 2009), dok drugi nisu imali značajnih razlika u prinosu ovisno o supstratu (Parks i sur. 2004; Al Rawahy i sur. 2009; Kidoğlu i Gül, 2009).

## The soilless culture of cucumber in summer-autumn growing period



Grafikon 1. Prinos krastavca, g po biljci (Kultivari: CA – Caman, CH – Charta, DI – Dinero, EN – Enki, PA – Paraiso; Supstrati: KV – kamena vuna, KO – vlakna kokosova oraha; <sup>a,b,c</sup> različita slova ukazuju na značajne razlike na razini pogreške < 5 %; n.s. – nije signifikantno)



Grafikon 2. Prosječna masa ploda krastavca, g (Kultivari: CA – Caman, CH – Charta, DI – Dinero, EN – Enki, PA – Paraiso; Supstrati: KV – kamena vuna, KO – vlakna kokosova oraha; <sup>a,b</sup> različita slova ukazuju na značajne razlike na razini pogreške < 5 %; n.s. – nije signifikantno)

Postoje razlike u prinosu po biljci (grafikon 1) između kultivara krastavca (Benko i sur. 2009. i 2011). Kultivar Enki je imao značajno najveći (6,55 kg), a kultivar Dinero najmanji (4,47 kg) prinos po biljci. Kultivar Enki, uz Paraiso, imao je značajno krupnije plodove u tehnološkoj zrelosti (188 g) od ostala tri (grafikon 2), ali i najveći broj tržnih plodova po biljci (34,9; tablica 1). Utjecaj kultivara na prinos plodova po biljci vidi se i u međusobnoj interakciji sa supstratom. Tako kultivar Enki na oba supstrata ima značajno najveći prinos plodova po biljci, iznad 6,5 kg, jer ima i najkrupnije plodove, kao i najveći broj tržnih plodova po biljci (oko 35), uz 4,6 % netržnih plodova. Udio netržnih plodova iznosio je, ovisno o kultivaru, od 1,0 do 7,3 % (tablica 1).

Prosječna dužina tehnološki zrelog ploda istraživanih kultivara krastavca iznosila je 19 do 20 cm, a prosječan promjer oko 4 cm (tablica 1). Kultivari Paraiso, Enki i Dinero imali su značajno veću dužinu i promjer ploda od preostala dva. Benko i sur. (2011) nisu utvrdili razlike u duljini ploda, ali su, ovisno o kultivaru, bile značajne razlike u promjeru ploda.

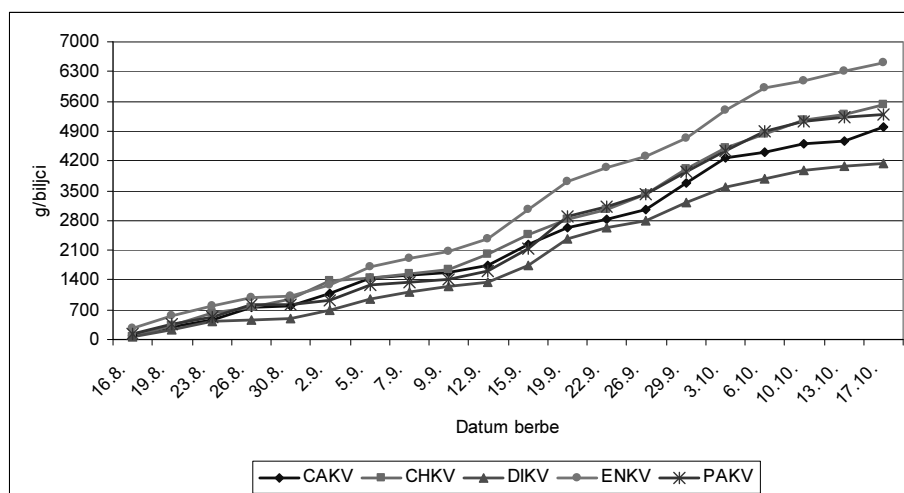
Dnevni prirast tehnološki zrelih plodova po biljci nije bio ujednačen tijekom 9 tjedana berbe (grafikoni 3 i 4). Ovisno o kultivaru i supstratu, u drugoj polovici kolovoza dnevni je prirast plodova iznosio je od 32 do 69 g, a tijekom listopada od 43 do 94 g. Strmiji dijelovi krivulje (grafikoni 3 i 4) tijekom rujna ukazuju na veći

dnevni prirast. U prvoj polovici rujna bio je od 75 do 153 g, a u drugoj od 95 do 160 g, ovisno o kultivaru i supstratu. U kolovozu i listopadu su bili manje povoljni uvjeti za rast i plodonošenje krastavca, nego u rujnu. U plasteniku su u kolovozu maksimalne dnevne temperature zraka prelazile i preko 40 °C. U listopadu, uz kraći dan, minimalne dnevne temperature u većem broju dana bile su niže od 10 °C, što je ispod biološkog minimuma za rast krastavca.

Tablica 1. Dužina i promjer ploda krastavca te broj tržnih i % netržnih plodova po biljci

Faktori	Dužina ploda, cm	Promjer ploda, cm	Plodovi po biljci	
			broj tržnih	% netržnih
Supstrati				
Kamena vuna (KV)	19,4	3,9 <sup>b</sup>	28,5	5,1
Kokosova vlakna (KO)	19,2	4,0 <sup>a</sup>	29,0	4,1
LSD <sub>supstrati</sub>	0,47 n.s.	0,07		
Kultivari				
Caman (CA)	18,9 <sup>c</sup>	3,9 <sup>b</sup>	27,3	4,4
Charta (CH)	18,9 <sup>c</sup>	3,9 <sup>b</sup>	25,5	1,0
Dinero (DI)	19,2 <sup>bc</sup>	4,0 <sup>a</sup>	26,5	7,3
Enki (EN)	19,7 <sup>ab</sup>	4,0 <sup>a</sup>	34,9	4,6
Paraiso (PA)	19,9 <sup>a</sup>	4,0 <sup>a</sup>	30,6	5,2
LSD <sub>kultivari</sub>	0,58	0,09		
Interakcija: supstrati x kultivari				
CAKV	19,0 <sup>b</sup>	3,9 <sup>b</sup>	29,2	1,7
CHKV	18,9 <sup>b</sup>	3,9 <sup>b</sup>	26,2	0,6
DIKV	19,1 <sup>ab</sup>	3,9 <sup>b</sup>	23,8	7,7
ENKV	19,9 <sup>ab</sup>	4,0 <sup>ab</sup>	34,5	5,5
PAKV	20,1 <sup>a</sup>	4,0 <sup>ab</sup>	29,0	9,4
CAKO	18,9 <sup>b</sup>	4,0 <sup>ab</sup>	25,3	7,4
CHKO	18,9 <sup>b</sup>	3,9 <sup>b</sup>	24,8	1,3
DIKO	19,2 <sup>ab</sup>	4,0 <sup>ab</sup>	27,2	7,4
ENKO	19,5 <sup>ab</sup>	4,1 <sup>a</sup>	35,3	3,6
PAKO	19,7 <sup>ab</sup>	4,0 <sup>ab</sup>	32,2	1,0
LSD <sub>supstrati x kultivari</sub>	1,06	0,16		

<sup>a, b</sup> različita slova ukazuju na značajne razlike između srednjih vrijednosti na razini pogreške < 5 %; n.s. – nije signifikantno



Grafikon 3. Kumulativni prinos krastavca po biljci na kamenoj vuni, g (Kultivari: CA – Caman, CH – Charta, DI – Dinero, EN – Enki, PA – Paraiso; Supstrati: KO – vlakna kokosova oraha)



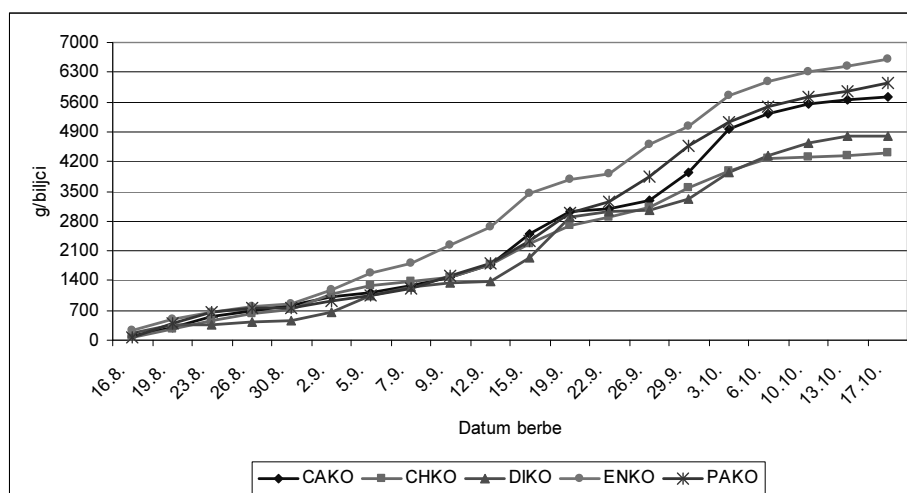
## Zaključci

Tijekom devet tjedana berbe krastavca uzgajanog na vlaknima kokosova oraha i na kamenoj vuni ostvaren je prinos oko 5,5 kg plodova po biljci, prosječne mase oko 180 g. Ubrano je oko 29 plodova po biljci.

Supstrat nije utjecao na prinos, prosječnu masu i dužinu ploda krastavca. Plodovi iz usjeva na vlaknima kokosova oraha imali su za oko 0,5 cm veći promjer.

Kultivar Enki ostvario je najveći prinos (6,55 kg po biljci). Kultivari Enki i Paraiso imali su i najkrupnije plodove: prosječne mase oko 185 g, dužine oko 20 cm i promjera oko 4 cm, kao i najveći broj tržnih plodova, 30 do 35 po biljci.

Najveći dnevni prirast prinosa ploda ostvaren je u mjesecu rujnu kada su temperature zraka u plasteniku bile povoljnije. Ovisno o kultivaru i supstratu, bio je od 75 do 160 g po biljci.



Grafikon 4. Kumulativni prinos krastavca po biljci na vlaknima kokosova oraha, g (Kultivari: CA – Caman, CH – Charta, DI – Diner, EN – Enki, PA – Paraiso; Supstrati: KO – vlakna kokosova oraha)

## Literatura

- Abdelaziz M.E., Pokluda R. (2009) Response of cucumbers grown on two substrates in an open soilless system to inoculation with microorganisms. *Acta Hort* 819:157-164.
- Al Rawahy M.S., Al Raisy F.S., Al Makhmari S.M. (2009). Evaluation of cucumber in different culture media under soilless growing technique (open system) in non cooled screenhouse conditions. *Acta Hort* 807:481-484.
- Benko B., Borošić J., Novak B., Fabek S., Barišić M. (2009). Komponente prinosa krastavaca uzgajanih na tresetu i perlitu. Zbornik radova 44. hrvatskog i 4. međunarodnog simpozija agronoma (ur. Marić S., Lončarić Z.), Opatija, 16. do 20. 2. 2009. Poljoprivredni fakultet Sveučilišta Josip Juraj Strossmayer u Osijeku, 420-424.
- Benko B., Fabek S., Baričević R., Borošić J., Novak B., Toth N., Žutić I. (2011). Izbor supstrata za hidroponski uzgoj krastavaca. *Glasnik zaštite bilja* 34(1):30-38.
- Böhme M., Schevchenko J., Pinker I., Herfort S. (2008). Cucumber grown in sheepwool slabs treated with biostimulator compared to other organic and mineral substrates. *Acta Hort* 779:299-306.
- Enzo M., Gianquinto G., Lazzarin R., Pimpini F., Sambo P. (2001). Principi tecnico-agronomici della fertirrigazione e del fuori suolo. Veneto Agricoltura, Legnaro
- Kidoğlu F., Gül A. (2009) Effect of nutrient sources on fruit quality of cucumbers grown in different soilless media. *Acta Hort* 807:485-409.
- Parks S., Newman S., Golding J. (2004). Substrate effects on greenhouse cucumber growth and fruit quality in Australia. *Acta Hort* 648:129-133.

Peyvast Gh., Noorizadeh M., Hamidoghli J., Ramezani-Kharazi P. (2008). Effect of four different substrates on growth, yield and some fruit quality parameters of cucumber in bag culture. *Acta Hort* 779:535-540.

**sa2012\_0419**

Croatian <sup>47</sup>  
*sa*  
2012 <sub>7</sub> International  
Symposium on  
Agriculture

Section

# 5 Proceedings

Field Crop Production

47  
Hrvatski

7  
Međunarodni  
Sympozij  
Agronoma

## Zbornik radova

Ratarstvo



# Utjecaj vrste i količine gnojiva na prirodnu populaciju simbiotskih fiksatora dušika i prinos soje

Marcela ANDREATA-KOREN, Lucija VRABEC, Nada DADAČEK,  
Marija VUKOBRATOVIĆ, Želimir VUKOBRATOVIĆ

Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, M. Demerca 1, 48260 Križevci, Hrvatska  
(e-mail: mkoren@vguk.hr)

## Sažetak

Cilj istraživanja bio je utvrditi utjecaj produženog djelovanja organske gnojidbe te mineralne gnojidbe na razvoj korijenovih kvržica i prinos soje. Soja je posijana u 2009. na površini na kojoj je u prethodnoj godini na usjevu kukuruza primijenjeno šest varijanti gnojidbe: kontrola, mineralna gnojiva prema analizi tla, kompostirani goveđi (5 i 10 t/ha) i konjski gnoj (5 i 10 t/ha). Za soju je ponovljena, po istoj shemi, gnojidba mineralnim, a izostavljena gnojidba organskim gnojivima. Varijanta mineralnim gnojivima za soju sadržavala je 81 kg/ha N, 105 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 210 kg/ha K<sub>2</sub>O.

Značajno najmanji broj (16,9) i masa suhe tvari kvržica (0,45 g) po biljci zabilježeni su na varijanti s mineralnom gnojidbom, dok se ostale varijante nisu razlikovale. Prinos zrna kretao se od 3523,5 do 3934,5 kg/ha i nije se značajno razlikovao među istraživanim varijantama.

Ključne riječi: soja, goveđi gnoj, konjski gnoj, mineralni gnoj, kvržice, prinos

## Influence of type and fertilizer amounts on nature population of nitrogen fixing bacteria and soybean yield

### Abstract

The aim of the research was to determine the effect of prolonged activity of organic fertilizers and inorganic fertilization on soybean root nodules development and grain yield.

Soybean was sown in 2009 on the same surface, where in previous year six fertilization variants were applied on maize crop: control, inorganic fertilizers according to soil analysis results, composted cattle (5 and 10 t/ha) and horse (5 and 10 t/ha) manures. Soybean was fertilized according to the same model with inorganic fertilizers only. This variant contained 81 kg/ha N, 105 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 210 kg/ha K<sub>2</sub>O.

The smallest significant nodule number (16.9) and nodule dry weight (0.45 g) per plant were determined with the inorganic fertilizer variant, while there were no differences between other variants.

Grain yield was from 3523.5 to 3934.5 kg/ha and there were no significant differences between researched variants.

Key words: soybean, cattle fertilizer, horse fertilizer, inorganic fertilizer, nodule, yield

## Uvod

Uspješna se biljna proizvodnja može postići samo ako se odabrane kulture ne uzgajaju besustavno jedna za drugom već u plodoredu, koji, koliko je to moguće, mora biti prilagođen posebnim zahtjevima biljaka u pogledu plodnosti tla (Butorac, 1999). Organska gnojiva i simbiozna fiksacija dušika imaju iznimno važnu ulogu u plodoredu, a posebno u ekološkoj i održivoj poljoprivredi. Dušik je osnovni limitirajući čimbenik u uzgoju većine poljoprivrednih kultura, a jedan od glavnih izvora popunjavanja dušičnog fonda oraničnih tala je biološka fiksacija molekularnog dušika iz atmosfere (Redžepović i Sikora, 2006). Stoga uzgoj leguminoza, a tako i soje, ima jedinstvenu ulogu u održivoj poljoprivredi (Strunjak i Redžepović, 1986; Komesarović i sur., 2007). Međutim, razvoj i učinkovitost prirodne populacije simbioznih fiksatora dušika ovisi o brojnim faktorima, a jedan od važnih je gnojidba. Primjena većih količina mineralnog dušika nepovoljno djeluje na formiranje kvržica, tj. na njihov broj i masu, te inhibira fiksaciju dušika (Pospišil i sur., 1997; Redžepović i sur., 1990; Uher i sur., 2007; Chen, 2008). Organska gnojiva djeluju povoljno na razvoj i rad bakterije *Bradyrhizobium japonicum* (Dropulić i sur., 1989), mikrosimbionta soje koji u ovoj simbiozi asimilira 10-160 kg/ha N (Nutman, 1976).

Poznato je da se hraniva iz organskih gnojiva oslobađaju vrlo sporo i nemaju trenutno djelovanje kao mineralna pa se njihov utjecaj može pratiti kroz tri do četiri godine (Butorac, 1999).

Cilj istraživanja bio je utvrditi utjecaj produženog djelovanja organske gnojidbe te mineralne gnojidbe na razvoj korijenovih kvržica i prinos zrna soje.

## Materijal i metode

Pokus je postavljen na površinama Visokoga gospodarskog učilišta u Križevcima sa svrhom utvrđivanja reakcije kultura u plodoredu na različite vrste i količine kompostiranih organskih gnojiva u usporedbi s mineralnom gnojidbom.

Pokus je postavljen u 2008. kada je posijan prvi usjev u plodoredu (kukuruz). Pokus je monofaktorijelan sa šest varijanti: kontrola (bez gnojidbe), mineralna gnojiva (primjenjena prema analizi tla), kompostirani goveđi (5 i 10 t/ha) i konjski gnoj (5 i 10 t/ha). Varijante su razmještene po shemi slučajnog blokno rasporeda u četiri ponavljanja. Veličina osnovnih parcela iznosila je 70 m<sup>2</sup>.

U 2009. po istoj shemi posijana je soja, kultivar Višnja, uz primjenu samo mineralnih gnojiva. Varijanta mineralne gnojidbe za soju sadržavala je 81 kg/ha N, 105 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 210 kg/ha K<sub>2</sub>O. Na varijantama organske gnojidbe pratilo se produženo djelovanje organskih gnojiva.

Sjetva je obavljena sijačicom na sklop od 60 bilj./m<sup>2</sup>. Njega usjeva za vrijeme vegetacije obavljena je u skladu s naputcima o ekološkoj proizvodnji biljnih vrsta.

Utjecaj gnojidbe različitim vrstama i količinama gnojiva na razvoj kvržica pratio se utvrđivanjem broja i mase suhe tvari kvržica po biljci i to na po 10 biljaka slučajno odabranih sa svake varijante pokusa. Kvržice su odvajane s korijena biljaka u fazi pune cvatnje soje. Utvrđivan je njihov broj te, nakon sušenja u termostatu na 105°C, masa kako bi se odredila masa suhe tvari kvržica po biljci.

Žetva je bila 22. rujna 2009. Prinos zrna određivan je na površini 2 m<sup>2</sup>. Sve biljke su ovršene pojedinačno.

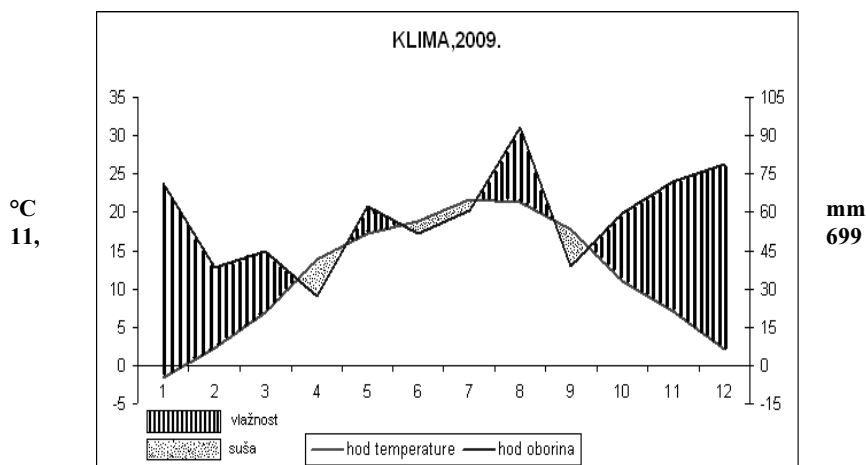
Statistička analiza istraživanih svojstava provedena je analizom varijance (ANOVA) po metodi slučajnog blokno rasporeda.

## Rezultati i rasprava

### Klimatski pokazatelji

Na agrometeorološkoj postaji Križevci u 2009. zabilježeno je ukupno 699 mm oborina, što je za 99 mm više od višegodišnjeg prosjeka za ovo područje. U prva tri mjeseca akumulirana je velika količina vlage no, neposredno nakon sjetve nastupilo je kraće sušno razdoblje. U svibnj je palo 62,4 mm, što je pogodovalo rastu i razvoju soje. Posebno je velika količina oborina pala u kolovozu (93 mm), nakon čega je nastupila ponovo kraća suša. Klimatski uvjeti u 2009. prikazani su na grafikonu 1.

## Influence of type and fertilizer amounts on nature population of nitrogen fixing bacteria and soybean yield



Grafikon 1. Klimadijagram po Walteru, Križevci 2009.

### Kemijske značajke tla

Prije sjetve soje izvršena je analiza tla na pokusnoj površini nakon kukuruza (tablica 1).

Tablica 1. Kemijska svojstva tla, 2009.

Vrsta gnojidbe	pH u KCl	% humusa	P.O <sub>5</sub>	K.O
Kontrola	5,03	1,69	14,55	11,24
Mineralno gnojivo	4,91	1,68	13,86	9,44
Govedi gnoj – 5 t/ha	5,12	1,70	14,28	9,48
Konjski gnoj – 5 t/ha	5,19	1,73	15,16	11,65
Govedi gnoj – 10 t/ha	5,21	1,58	12,70	9,64
Konjski gnoj – 10 t/ha	5,06	1,69	13,92	9,61

### Broj i masa suhe tvari kvržica

Dobiveni rezultati istraživanja prikazani su u tablici 2.

Tablica 2. Broj i masa suhe tvari kvržica

Vrsta gnojidbe	kvržica/biljci	Suha tvar kvržica (g/biljci)
Kontrola	29,8 <sup>a</sup>	0,60 <sup>a</sup>
Mineralno gnojivo	16,9 <sup>b</sup>	0,45 <sup>b</sup>
Govedi gnoj – 5 t/ha	34,8 <sup>a</sup>	0,64 <sup>a</sup>
Konjski gnoj – 5 t/ha	28,6 <sup>a</sup>	0,61 <sup>a</sup>
Govedi gnoj – 10 t/ha	27,2 <sup>a</sup>	0,65 <sup>a</sup>
Konjski gnoj – 10 t/ha	33,1 <sup>a</sup>	0,61 <sup>a</sup>

Prosječne vrijednosti označene različitim slovima su signifikantno različite; a, b= signifikantno na razini 0,05

Iz tablice je vidljivo da su značajno najmanji broj ukupnih kvržica te masa suhe tvari kvržica zabilježeni na korijenu soje koja je rasla na površinama gnojnim mineralnim gnojem ( $P < 0,05$ ). Sve ostale varijante, kako kontrola tako i sve četiri primjene komposta, nisu značajno utjecale na istraživane vrijednosti. Iz navedenog proizlazi da je varijanta primjene mineralnog gnoja utjecala na smanjenje broja kvržica i njihovu masu suhe tvari što je slično rezultatima velikog broja autora (Uher i sur., 2007; Chen, 2008). Međutim, iako se u literaturi navodi pozitivno djelovanje organskog gnoja na razvoj i rad kvržičnih bakterija *Bradyrhizobium japonicum* (Dropulić i sur., 1989), u ovom istraživanju primjena kompostiranih organskih gnojiva nije povećala broj i masu suhe tvari kvržica naspram kontrolnih površina. Bez obzira na varijantu istraživanja, utvrđen je vrlo velik broj i masa suhe tvari kvržica (Komesarović i sur., 2007; Mihalina i sur., 2007; Uher i sur., 2010.), što nas navodi na zaključak da u istraživanom tlu postoji vrlo brojna prirodna populacija simbioznih fiksatora dušika (Komesarović i sur., 2007).

### Prinos zrna

Istraživane varijante gnojidbe nisu značajno utjecale na sklop u žetvi i na prinos zrna soje (tablica 3). Iako je prinos u velikoj mjeri rezultat broja biljaka po jedinici površine, iz navedenog se vidi da se broj biljaka po varijantama nije značajno razlikovao tako da se slobodno može reći da je upotrebom mineralnog gnojiva postignut istovjetan prinos kao i na površinama koje se nisu gnojile ili su u prethodnoj godini pognojene organskim gnojivima. Slične prinose na gnojenim varijantama u svojim istraživanjima dobili su Pospišil i sur. (2002), Jug i sur. (2005) i Komesarović (2007). Međutim, prinos zrna zabilježen na kontrolnoj varijanti znatno je veći nego u sličnim istraživanjima (Komesarović, 2007; Mihalina i sur., 2007).

Tablica 3. Sklop i prinos zrna

Vrsta gnojidbe	Biljaka/ha	Prinos zrna (kg/ha)
Kontrola	530000 ns	3574,0 ns
Mineralno gnojivo	547500 ns	3545,3 ns
Goveđi gnoj – 5 t/ha	562500 ns	3934,5 ns
Konjski gnoj – 5 t/ha	540000 ns	3553,5 ns
Goveđi gnoj – 10 t/ha	525000 ns	3523,5 ns
Konjski gnoj – 10 t/ha	507500 ns	3641,8 ns

ns – nije signifikantno

### Zaključak

Primjena mineralnog gnoja značajno je utjecala na smanjenje broja kvržica i masu suhe tvari kvržica na korijenu soje u usporedbi s 5 i 10 t/ha kompostiranog goveđeg i konjskog gnoja te kontrolom.

Primjena različitih vrsta i količina gnojiva nije značajno utjecala na prinos zrna soje.

### Literatura

- Butorac, A. (1999): Opća agronomija. Školska knjiga Zagreb.
- Dropulić, D. i sur. (1989): Primjena mineralnih i organskih gnojiva i njihov utjecaj na prirodu i kvalitet soje, Zbornik radova VIII. Savjetovanja o soji, Osijek.
- Chen, J.-H. (2008): The Combined Use of Chemical and Organic Fertilizers and/or Biofertilizer for Crop Growth and Soil Fertility. Department of Soil and Environmental Sciences, National Chung Hsing University, Taiwan, R.O.C. <http://www.agnet.org/library/tb/174>.
- Jug, D., Blažinkov, M., Redžepović, S., Jug, I., Stipešević, B. (2005): Utjecaj različitih varijanata obrade tla na nodulaciju i prinos soje, Poljoprivreda, Vol. 11, 2, 38-43.
- Komesarović, B., Redžepović, S., Blažinkov, M., Sudarić, A., Uher, D., Sikora, S. (2007): Simbiozna učinkovitost autohtonih sojeva *Bradyrhizobium japonicum*. *Mljekarstvo* 57 (4) 289-302.
- Mihalina, Ž., Kristek, S., Kristek, A., Antunović, M. (2007): Prinos soje u zavisnosti od gnojidbe dušikom i bakterizacije sjemena. *Proceedings. 42<sup>th</sup> Croatian and 2<sup>th</sup> International Symposium on Agriculture*. Opatija. 429-433.
- Nutman, P.S. (1976): IBP field experiments on nitrogen fixation by nodulated legumes. *Symbiotic nitrogen fixation in plants*. Ed. By P.S. Nutman.
- Pospišil, A., Varga, B., Redžepović, S. (1997): Prosudba količine simbiozno vezanog dušika u usjevu soje s obzirom na gnojidbu dušikom. Zbornik sažetaka simpozija XXXIII. znanstvenog skupa hrvatskih agronoma s međunarodnim sudjelovanjem. Zagreb. 91-91.
- Pospišil, A., Varga, B., Grgić, Z., Svečnjak, Z. (2002): Utjecaj razine agrotehnike na prinos i ekonomičnost proizvodnje soje. *Agriculture Conspectus Scientificus*, Vol. 67, 3, 149-159.
- Redžepović, S., Sikora, S., Klaić, Ž., Manitašević J., Sertić, Đ., Šoškić, M. (1990): Značenje bakterizacije i mineralne gnojidbe dušikom u proizvodnji soje. II Jugoslavenski simpozij mikrobne ekologije, 16, Zagreb, Zbornik radova, 143-153.
- Redžepović, S., Sikora, S. (2006): Uloga biološke fiksacije dušika u štednji energije i održivom gospodarstvu tlom. Savjetovanje „Poljoprivreda i šumarstvo kao proizvođači obnovljivih izvora energije“ /akademik Slavko Matić (ur). – Zagreb: Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, 16-17.
- Strunjak, R., Redžepović, S. (1986): Bakterizacija leguminoza agrotehnička mjera u službi štednje energije. *Poljoprivredno znanstvena smotra* 72: 109-115., Zagreb



**Influence of type and fertilizer amounts on nature population of nitrogen fixing bacteria and soybean yield**

Uher, D., Štafa, Z., Redžepović, S., Blažinkov, M., Sikora, S., Kaučić, D. (2007.): Utjecaj bakterizacije i prihrane dušikom na prinos i krmnu vrijednost ozimog graška cv. Maksimirski ozimi u smjesi sa pšenicom cv. Sana. *Mljekarstvo* 57 (2) 101-117.

Uher, D., Štafa Z., Blažinkov, M., Vidak, M. (2010): Agronomska svojstva novih genotipova ozime grahorice u smjesi s pšenicom. *Sjemenarstvo* 27, 1-2, 31-42.

**sa2012\_0501**

# Utjecaj gustoće sjetve i gnojidbe dušikom na neka morfološka svojstva industrijske konoplje

Zvezdana AUGUSTINOVIĆ<sup>1</sup>, Milan POSPIŠIL<sup>2</sup>, Jasminka BUTORAC<sup>2</sup>, Marcela ANDREATA-KOREN<sup>1</sup>, Marijana IVANEK-MARTINČIĆ<sup>1</sup>, Nikolina ŠUMBERA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Visoko gospodarsko učilište, Milislava Demerca 1, 48260 Križevci, Hrvatska  
(e-mail: zaugustinovic@vguk.hr)

<sup>2</sup>Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska

## Sažetak

Cilj istraživanja provedenih na pokušalištu Visokog gospodarskog učilišta u Križevcima tijekom 2003.-2005. godine bio je utvrditi utjecaj gustoće sjetve i gnojidbe dušikom na morfološka svojstva industrijske konoplje. U pokusu je korištena mađarska sorta Kompolti. Istraživane su tri gustoće sjetve (100, 200 i 300 kljavih sjemenki/m<sup>2</sup>) i četiri razine gnojidbe dušikom (0, 60, 120 i 180 kg/ha). Pokus je bio postavljen po split-blok metodi u pet ponavljanja. U sve tri godine istraživanja gustoća sjetve, gnojidba dušikom kao i njihova interakcija značajno su utjecali na sva istraživana svojstva. Najveće vrijednosti visine, debljine te tehničke dužine stabljike utvrđeni su kod sjetve 100 kljavih sjemenki/m<sup>2</sup> uz gnojidbu s 180 kg N/ha.

Ključne riječi: industrijska konoplja, gustoća sjetve, gnojidba dušikom, morfološka svojstva

## The influence of plant density and nitrogen fertilization on some morphological traits of industrial hemp

### Abstract

The goal of investigations carried out at the experiment facility of the College of Agriculture at Križevci during 2003-2005 was to determine the impact of plant density and nitrogen fertilization upon morphological traits of industrial hemp. The Hungarian cultivar Kompolti was used in the experiment. Three different sowing densities (100, 200 and 300 viable seeds/m<sup>2</sup>) and four nitrogen rates (0, 60, 120 and 180 kg N/ha) were investigated in the experiment. The experiment were set up according to the split-block method in five replications. Sowing densities, nitrogen rates and their interactions significantly obtained for all investigations traits in all investigated years. The highest value of height, thickness and technical length were achieved with sowing density of 100 viable seeds/m<sup>2</sup> and fertilization with 180 kg N/ha.

Key words: industrial hemp, sowing densities, nitrogen fertilization, morphological traits

### Uvod

Pored tradicionalnih proizvoda konoplja postaje i važna sirovina za potrebe automobilske industrije, industrije papira, izolacijskih materijala, biogoriva i dr. Kod konoplje uzgajane isključivo za stabljiku (biomasu) primarno je postići što više prinose, dok je kod uzgoja konoplje za vlakno uz visoke prinose neophodno postići i što veću kvalitetu stabljike. Neka morfološka svojstva konoplje važan su pokazatelj njezine kvalitete, a to su u prvom redu visina, debljina i tehnička dužina stabljike. Konoplju svrstavamo među najplastičnije ratarske kulture jer se lako aklimatizira na različite uvjete proizvodnje, ali se pri tome lako mijenjaju njezina morfološka svojstva što se u konačnici odražava na prinos i kvalitetu stabljike. Konoplja može narasti od 0,5 do 5 m (Butorac, 2009.). Ako ima dovoljno prostora, jako se grana i raste u visinu. Poznato je da veće količine dušika pozitivno utječu na visinu biljaka i na prinos stabljike, no najčešće ne utječu pozitivno na prinos vlakna (Van der Werf i Van den Berg 1995.). Debljina stabljike varira kao i

visina najčešće zbog uvjeta rasta, ali ne i uvijek u pravilnom omjeru s njom. Prema Butorac (2009) kod uzgoja predivog tipa konoplje najpogodnija debljina stabljike je od 3,5 do 8,4 mm. Na ovo svojstvo najveći utjecaj ima veličina vegetacijskog prostora i gnojidba dušikom (Amaducci i sur. 2008.). Manji broj biljaka po jedinici površine i veće količine dušika rezultiraju povećanjem debljine stabljike i smanjenjem njezine kvalitete (Ranalli, 1999). Važan pokazatelj kvalitete konoplje kao sirovine za dobivanje vlakna je i tehnička dužina stabljike. U uzgoju konoplje za vlakno teži se za tim da se dobije tip sa što manjim predjelom cvati, odnosno što većom tehničkom dužinom stabljike.

Cilj ovih istraživanja bio je odrediti utjecaj gustoće sjetve i gnojidbe dušikom na glavna morfološka svojstva konoplje, a samim time i na prinos i kvalitetu konopljine stabljike.

### Materijal i metode

Istraživanja su provedena na pokušalištu Visokog gospodarskog učilišta u Križevcima tijekom 2003.-2005. godine. Istraživane su tri gustoće sjetve (100, 200 i 300 kljavih sjemenki/m<sup>2</sup>) i četiri razine gnojidbe dušikom (0, 60, 120 i 180 kg N/ha). Tlo pokusnog polja je pseudoglej obronačni eutrični antropogenizirani (Špoljar i sur. 1999.). Za istraživanje je korištena mađarska dvodomna sorta Kompolti. Pokus je postavljen po split-blok metodi u pet ponavljanja. Svaka stepenica faktora gnojidbe zastupljena je u prugama preko svih stepenica faktora gustoća sjetve, također po slučajnom bloknom rasporedu. Površina osnovne parcele pokusa u sjetvi bila je 21 m<sup>2</sup>, a površina obračunske parcele u žetvi iznosila je 10 m<sup>2</sup>. Predkultura konoplji u sve tri godine istraživanja bila je pšenica. Osnovna gnojidba obavljena je u jesen, prije oranja, s gnojivima NPK 7:20:30 i UREA (46% N) izuzev varijanti gnojnih bez dušika i gnojnih s 60 kg N/ha kod kojih je osnovna gnojidba izvršena gnojivima bez dušika, odnosno nadopunjena s Triplex-om (45% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) i KCl-om (60% K<sub>2</sub>O). Predsjetvena gnojidba obavljena je u proljeće, prije tanjuranja s gnojivima NPK 15:15:15 i KAN-om (varijante gnojene s 120 i 180 kg N/ha), dok su na varijanti bez gnojidbe dušikom primijenjena samo gnojiva bez dušika (Triplex i KCl). Na svim varijantama u tlo je uneseno 115 kg/ha fosfora i 150 kg/ha kalija. Od te količine, 60% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 70% K<sub>2</sub>O je zaorano u jesen, a 40% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 30% K<sub>2</sub>O je primjenjeno u proljeće kod pripreme tla za sjetvu. Kod varijanata gnojnih s 60, 120 i 180 kg N/ha izvršena je prihrana KAN-om (27% N), oko 25 dana nakon nicanja konoplje. Žetva konoplje obavljena je u vrijeme «tehnološke zrelosti», kada muške biljke većim dijelom oprae polen. Od svake varijante izdvojeno je 25 muških i 25 ženskih biljaka na kojima su obavljena mjerenja visine (cm), debljine (cm) i tehničke dužine stabljike (cm). Visina biljke mjerena je od hipokotilnog nodija (ožiljak kotiledona) do vrha stabljike. Debljina stabljike određena je mjerenjem debljine svakog pojedinog internodija na stabljici te je iz njihovog prosjeka izračunata debljina stabljike. Tehnička dužina stabljike mjerena je od hipokotilnog nodija do početka predjela cvata (posljednje koljence na kojem listovi još izbijaju nasuprotno). Rezultati pokusa obrađeni su analizom varijance u statističkom programu SAS (SAS Institut, 1997).

### Rezultati i rasprava

Konoplja je dvodomna kultura, a ženske i muške biljke javljaju se obično u omjeru 50:50% (Mediavilla i sur. 1999). U usjevu konoplje u sve tri godine istraživanja utvrđen je veći udio ženskih biljaka (57:43, 61:39, 57:43).

Analizom varijance utvrđene su statistički opravdane razlike između istraživanih gustoća sjetve i razina gnojidbe dušikom za sva istraživana svojstva. Prosječna visina biljaka kretala se od 203,8 cm u 2005. do 285,1 cm u 2004. godini (Tablica 1.). U sve tri godine istraživanja muške biljke ostvarile su veću visinu u odnosu na ženske biljke. Povećanjem gustoće sjetve visina biljaka se smanjuje dok se s povećanjem količine dušika u gnojidbi visina biljaka značajno povećava što je u skladu i s istraživanjima (Van der Werf i Van den Berg 1995., Amaducci i sur. 2002.) Prosječna debljina stabljike kretala se od 0,81 u 2005. do 0,97 cm u 2004. godini (Tablica 2.). U sve tri godine istraživanja s povećanjem gustoće sjetve debljina stabljike značajno se smanjuje što je u skladu s istraživanjima (Amaducci i sur. 2002., Amaducci i sur. 2008.). Povećanje gnojidbe dušikom od 0 do 180 kg/ha u sve tri godine istraživanja rezultiralo je značajnim povećanjem debljine stabljike, što je u skladu s istraživanjima Starčevića (1996.) Prosječna tehnička dužina stabljike kretala se od 139,2 cm u 2005. do 202,8 cm u 2004. godini. Manja gustoća sjetve (100 i 200 kljavih sjemenki/m<sup>2</sup>) i veće količine dušika (120 i 180 kg/ha) rezultirali su većom tehničkom dužinom stabljike (Tablica 3.). Ostvarena je i interakcija između istraživanih faktora za sva istraživana svojstva. U sve tri godine istraživanja značajno najveća visina biljaka, debljina i tehnička dužina stabljike izmjereni su pri sjetvi 100 kljavih sjemenki/m<sup>2</sup> uz gnojidbu s 180 kg N/ha.

Tablica 1. Prosječne vrijednosti visine biljaka (cm)

Gustoća sj. (kl.sj./m <sup>2</sup> )	Količina dušika (kg/ha)									
	Ženske biljke (♀)					Muške biljke (♂)				
	o	60	120	180	Prosjek	o	60	120	180	Prosjek
2003.										
100	210,9	247,6	251,3	282,5	248,1	227,0	264,4	307,1	319,3	279,5
200	212,1	222,9	240,7	242,9	229,7	247,4	247,9	259,8	258,4	253,4
300	208,2	236,8	236,0	235,8	229,2	225,7	249,0	251,5	253,8	245,0
Prosjek	210,4	235,8	242,7	253,7	235,6	233,4	253,8	272,8	277,2	259,3
	GS	G	GSxG			GS	G	GSxG		
Lsd <sub>0,05</sub>	6,39	6,94	11,77			8,12	7,87	17,73		
Lsd <sub>0,01</sub>	9,30	9,31	15,72			11,81	10,56	18,36		
2004.										
100	191,7	295,9	320,0	325,7	283,3	224,9	311,1	332,2	342,1	302,6
200	224,6	243,3	283,5	296,0	261,9	237,2	270,8	304,3	321,1	283,4
300	218,7	251,5	275,0	287,0	258,1	229,3	268,4	284,4	295,1	269,3
Prosjek	211,7	263,6	292,8	302,9	267,7	230,5	283,4	307,0	319,4	285,1
	GS	G	GSxG			GS	G	GSxG		
Lsd <sub>0,05</sub>	6,39	6,94	11,77			8,45	7,04	12,89		
Lsd <sub>0,01</sub>	9,30	9,31	15,72			12,13	9,44	17,26		
2005.										
100	162,5	188,7	222,3	263,8	209,3	182,2	218,2	251,8	282,0	233,6
200	162,3	202,8	223,8	234,4	205,8	184,4	229,4	238,6	241,5	223,5
300	155,2	190,9	213,8	225,4	196,3	172,6	217,3	231,7	253,1	218,7
Prosjek	160,0	194,1	220,0	241,2	203,8	179,7	221,6	240,7	258,9	225,2
	GS	G	GSxG			GS	G	GSxG		
Lsd <sub>0,05</sub>	6,39	6,94	11,77			8,49	9,38	15,83		
Lsd <sub>0,01</sub>	9,30	9,31	15,72			NS	12,58	21,15		

GS-gustoća sjetve, G-gnojdba dušikom; GSxG-gustoća sjetve x gnojdba dušikom

Tablica 2. Prosječne vrijednosti debljine stabljike (cm)

Gustoća sj. (kl. sj./m <sup>2</sup> )	Količina dušika (kg/ha)									
	Ženske biljke (♀)					Muške biljke (♂)				
	o	60	120	180	Prosjek	o	60	120	180	Prosjek
2003.										
100	0,59	0,89	1,12	1,30	0,98	0,56	0,84	1,12	1,27	0,95
200	0,63	0,73	0,84	0,87	0,77	0,62	0,75	0,83	0,87	0,77
300	0,62	0,67	0,93	0,91	0,78	0,61	0,70	0,90	0,90	0,76
Prosjek	0,61	0,76	0,96	1,03	0,84	0,60	0,76	1,01	1,01	0,83
	GS	G	GSxG			GS	G	GSxG		
Lsd <sub>0,05</sub>	0,08	0,07	0,12			0,08	0,07	0,08		
Lsd <sub>0,01</sub>	0,11	0,09	0,17			0,09	0,01	0,16		
2004.										
100	0,69	1,12	1,34	1,35	1,13	0,66	1,09	1,32	1,35	1,11
200	0,70	0,74	0,98	1,28	0,93	0,71	0,80	0,98	1,25	0,94
300	0,60	0,74	0,98	1,14	0,87	0,58	0,68	0,94	1,16	0,84
Prosjek	0,66	0,87	1,10	1,26	0,97	0,65	0,86	1,08	1,25	0,96
	GS	G	GSxG			GS	G	GSxG		
Lsd <sub>0,05</sub>	0,03	0,03	0,05			0,03	0,03	0,06		
Lsd <sub>0,01</sub>	0,04	0,05	0,06			0,04	0,05	0,08		
2005.										
100	0,57	0,76	0,89	1,17	0,85	0,57	0,76	0,85	1,15	0,83
200	0,58	0,83	0,91	1,01	0,83	0,56	0,84	0,90	0,95	0,81
300	0,54	0,69	0,85	0,96	0,76	0,54	0,62	0,90	1,03	0,77
Prosjek	0,56	0,76	0,88	1,05	0,81	0,56	0,74	0,88	1,04	0,81
	GS	G	GSxG			GS	G	GSxG		
Lsd <sub>0,05</sub>	0,02	0,02	0,03			0,01	0,03	0,04		
Lsd <sub>0,01</sub>	0,03	0,03	0,04			0,02	0,04	0,06		

Tablica 3. Prosječne vrijednosti tehničke dužine stabljike (cm)

Gustoća sj. (kl. sj./m <sup>2</sup> )	Količina dušika (kg/ha)									
	Ženske biljke (♀)					Muške biljke (♂)				
	0	60	120	180	Prosjek	0	60	120	180	Prosjek
2003.										
100	158,1	187,6	170,0	183,5	174,8	170,9	202,9	221,4	203,8	199,8
200	156,7	168,6	191,3	193,8	177,6	186,8	193,0	206,3	207,4	198,4
300	154,1	184,3	174,0	181,5	173,5	178,1	194,8	188,5	198,3	189,9
Prosjek	156,3	180,2	178,4	186,3	175,3	178,6	196,9	205,4	203,2	196,0
	GS	G	GSxG			GS	G	GSxG		
Lsd <sub>0,05</sub>	NS	6,03	10,38			7,85	7,03	12,55		
Lsd <sub>0,01</sub>	NS	8,09	13,87			11,42	9,42	16,79		
2004.										
100	130,5	209,4	235,2	243,4	204,6	153,5	221,1	239,5	252,5	216,6
200	158,9	174,5	193,2	202,9	182,4	168,2	199,7	226,5	219,9	203,6
300	153,0	157,9	187,0	193,9	173,0	160,4	184,0	201,7	206,2	188,1
Prosjek	147,5	180,6	205,1	213,4	186,7	160,7	201,6	225,6	226,2	202,8
	GS	G	GSxG			GS	G	GSxG		
Lsd <sub>0,05</sub>	5,85	7,85	12,77			8,20	7,46	13,48		
Lsd <sub>0,01</sub>	8,51	10,52	17,06			11,93	10,24	18,03		
2005.										
100	103,9	130,7	158,1	170,1	140,7	113,9	139,6	176,2	184,8	153,6
200	111,0	134,8	146,5	151,5	134,0	125,9	157,3	168,5	168,3	155,0
300	101,9	134,5	151,9	175,2	140,9	119,0	155,2	155,1	183,3	153,1
Prosjek	105,6	133,3	152,2	165,6	139,2	119,6	150,7	166,6	178,8	153,9
	GS	G	GSxG			GS	G	GSxG		
Lsd <sub>0,05</sub>	1,44	3,58	5,50			NS	3,85	6,59		
Lsd <sub>0,01</sub>	2,10	4,80	7,37			NS	5,16	8,81		

### Zaključci

Na osnovi trogodišnjih istraživanja utjecaja gustoće sjetve i gnojidbe dušikom na morfološka svojstva industrijske konoplje mogu se donijeti sljedeći zaključci:

- U usjevu konoplje u sve tri godine istraživanja utvrđen je veći udio ženskih biljaka (57:43, 61:39, 57:43).
- Prosječna visina biljaka kretala se od 203,8 cm u 2005. do 285,1 cm u 2004. godini. U sve tri godine istraživanja muške biljke ostvarile su veću visinu u odnosu na ženske biljke.
- Prosječna debljina stabljike kretala se od 0,81 u 2005. do 0,97 cm u 2004. godini.
- Prosječna tehnička dužina stabljike iznosila je 139,2 cm u 2005. do 202,8 cm u 2004. godini. U sve tri godine istraživanja muške biljke ostvarile su veću tehničku dužinu u odnosu na ženske biljke.
- Prisutne su statistički opravdane razlike između istraživanih gustoća sjetve i razina gnojidbe dušikom za sva istraživana svojstva.
- Manja gustoća sjetve (100 i 200 kljavih sjemenki/m<sup>2</sup>) i veće količine dušika u gnojidbi (120 i 180 kg N/ha) rezultirali su većom visinom biljaka ali i predebelim stabljikama za koje se može pretpostaviti da sadrže veći udio pozdera, odnosno manji udio i lošiju kvalitetu vlakna. Stoga se može zaključiti da su ova gustoća sjetve i količina dušika u gnojidbi pogodni ukoliko se konoplja uzgaja kao sirovina za dobivanje biomase, gdje nije od primarne važnosti količina i kvaliteta vlakna već je cilj dobiti što više prinose stabljike.
- Gušća sjetva (200 i 300 kljavih sjemenki/m<sup>2</sup>) i gnojidba s manjim količinama dušika (max 60 kg/ha) pogodni su pri uzgoju konoplje za vlakno budući rezultiraju zadovoljavajućom visinom i tehničkom dužinom stabljike te optimalnom debljinom stabljike (0,54 do 0,83 cm) za predivi tip konoplje.

## Literatura

- Amaducci, S., Errani, M., Venturi, G. (2002): Response of hemp to plant population and nitrogen fertilization. Italian journal of agronomy, 6(2):103-111.
- Amaducci, S., Zatta, A., Pelatti, F., Venturi, G. (2008): Influence of agronomic factors on yield and quality of hemp (*Cannabis sativa* L.) fibre and implication for an innovative production system. Field crops research, 107:161-169.
- Butorac, Jasminka (2009): Predivo bilje. Kruger d.o.o., Zagreb, pp. 10-11.
- Mediavilla, V., Bassetti, P., Leupin, M., Mosimann, E. (1999): Agronomic characteristics of some hemp genotypes. Journal of the international hemp association, 6(2):48-53.
- Ranalli, P. (1999): Agronomical and physiological advances in hemp crops (ed. Ranalli, P.). Advances in hemp research, The haworth press, pp. 61-84.
- Starčević, Lj. (1996): Production technology of fibre hemp. Agricultural engineering, 2, (1-2): 12-22.
- SAS Institute (1997): SAS/STAT Software: Changes and enhancements through Rel. 6.12.SAS Inst., Cary, NC
- Špoljar, A., Jagar, N., Stojnović, M. (1999): Utjecaj grahorice kao pretkulture na značajke tla. Agronomski glasnik, 1(2):43-49.
- Tibeau, M. E. (1936): Time factors in utilization of mineral nutrients by hemp. Plant physiology, 11: 731-747.
- Van der Werf, H.M.G., Van der Berg, W. (1995): Nitrogen fertilization and sex expression affect size variability on fibre hemp (*Cannabis sativa* L.). Oecologia, 103(4):462-470.

sa2012\_0502

# Research regarding the quality of bioethanol obtained from the sugarbeet cultivated in an experimental field from Transylvania region

Simona-Clara BARSAN<sup>1</sup>, Ancuta-Maria PUSCAS<sup>1</sup>, Emil LUCA<sup>2</sup>, Georgia Mihaela SIMA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>INCDO-INOE2000, ICIA, 67, Donath St., 400293, Cluj-Napoca, Romania  
(e-mail: centi@icia.ro)

<sup>2</sup>University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca, Romania

<sup>3</sup>Bucharest Chamber of Commerce and Industry, Bucharest, Romania

## Abstract

The paper presents some of the results obtained in the experiences carried out within the sugar beet experimental field located in Viisoara village, Cluj County. In the agricultural year 2007 – 2008, one conducted several researches on sugar beet crop technology and its influence on the energetic parameters of the obtained bioethanol.

The bioethanol samples obtained from each of the experimental plots were analyzed in laboratory conditions at the Research Institute for Analytical Instrumentation Cluj-Napoca. One determined all energetic parameters of each bioethanol sample, according to the SR EN 15376 requirements, in terms of using the bioethanol obtained during the carried out research as a component of automobile fuel, according to SR EN 228:2008 standard.

The energetic parameters of the bioethanol obtained in laboratory conditions, by fractional distillation, were mostly in the limits required by SR EN 15376 and therefore considered to be satisfactory.

One concluded that the experimental factors (such as irrigation regime, fertilization and sugar beet variety) as well as their graduations do not have any influence on the characteristics of bioethanol, but only on its obtained quantity.

Key words: sugar beet, bioethanol, energetic parameters

## Introduction

The planet's traditional energy sources are represented by fossil fuels (oil, gas and coal), radioactive compounds and other sources, such as sun, waterfalls, wind etc., which allow the production of mechanical work and heat. Out of these, the fossil fuels are considered as the main energy source, but they are irreversibly limited.

The decrease of the fossil fuels deposits, the continuous increase of the crude oil barrel price and the high level of environmental pollution resulted from burning conventional fuels are the premises for replacing hydrocarbon based fossil fuels with renewable energy sources. Thus, several variants have been proposed for partial or total replacement with bioethanol and biodiesel (Naghiu et al., 1997).

Bioethanol is by far the most important biofuel, due to, on one hand, its well defined technological processes and, on the other hand, the wide range of the used raw materials (Naghiu et al., 1997). Obtaining bioethanol from sugar beet is the most advantageous, because the production of bioethanol from any other raw materials involves higher costs, having here in view the energy consumption and the further higher technical and technological requirements for hydrolysis. Therefore, the goal of the carried out research is a complex one; besides analyzing the influence of the irrigation regime and fertilization level on sugar beet productions in the conditions of the Transylvanian Plain, one intended to analyze their effect on the energetic parameters of the obtained bioethanol.

In view of achieving higher quality sugar beet productions, the application of different crop technologies in Transylvania is the answer for reinforcing the need for analysing each energetic parameter of the final product, namely the bioethanol (Naghiu et al., 2003). Moreover, continuous research made in the agricultural field as well as in the biofuels sector contribute, on one hand, to the development of appropriate technological measures, for ensuring proper management of water needs in relation with plants demands and, on the other hand, to meet the ever-increasing needs of the biofuels market. (Naghiu and Burnete, 2005).

### Material and methods

The experiences conducted on the sugar beet crop in order to determine the influence of the technological factors on the energetic parameters of the obtained bioethanol were carried out in the experimental field located in Viisoara Village, Cluj County, on the left bank of the Aries river. In terms of physical-geographic location, the studied area is a part of the Transylvanian Depression - S-SW extremity of Transylvanian Plain; the geographical coordinates of the experimental field are 46°34'16"N and 23°53'44"E, situated at an altitude of 382 m.

Following the Koppen classification system, the studied area is located in the D.f.b.x. climate province (D= boreal climate, rainy, with cold winters and snow; f= sufficient precipitation through the year; b= average temperature of the warmest month below 20°C; x= precipitation at the end of winter), characterized by a rainy climate with cold winters and precipitation through all year, registering a maximum at the end of spring and a minimum at the end of winter (Luca and Nagy, 1999).

The soil on which the experiences were carried out is typical for the analyzed area, namely chernozem leachate on marl clay, with ground water above 10m depth, which makes it proper for sugar beet cultivation, knowing that it is medium supplied with nitrogen (Luca et al., 2008).

The experiences aimed to analyze the behavior of 3 sugar beet varieties (Libero, Clementina and Leila) in 2 different irrigation regimes (non-irrigated and irrigated at the minimum threshold of 50% of the active humidity interval), at 3 different fertilization levels (NPK 250 + 55 kg N/ha, NPK 250 + 65kg N/ha and NPK 250 + 75kg N/ha), Luca and Nagy, 1999.

The experiences included a total number of 3 repetitions, with a number of 18 studied variants, consequently resulting a number of 54 experimental plots (Saulescu, 1959; saulescu and Saulescu, 1967).

In order to determine the energetic parameters of the bioethanol, from each of the 54 experimental plots, one prevailed sugar beet samples, which were weighed and introduced in labeled bags. Every sample was prepared and submitted to the fermentation process. During the fermentation process, one applied both Ethanol Red yeast (*Saccharomyces cerevisiae*), used especially at industrial level in order to obtain alcohol due to its high tolerance to alcohol and E 491 emulsifier.

Samples weighing 15 kg each were introduced in barrels labeled according to the 3 experimental factors taken in view, namely the irrigation system, fertilization and sugar beet variety. The dilution was carried out by using fresh hot water at a temperature of 70 -80°C, in a 2:1 ratio (2 parts water to 1 part sugar beet pulp) in order to facilitate extraction. After cooling the mixture at a temperature of 30°C, one introduced yeast and everything was thoroughly mixed for homogenization.

The requirements and test methods for the ethanol used as a component of automobile fuel for gasoline vehicles are summarized in SR EN 15376 (in accordance with EN 228 - SR EN 228:2008) and are currently recognized as necessary in order to characterize the product, which will be mixed with gasoline and used as automobile fuel, in a concentration of maximum 5% (v/v).

In order to characterize the bioethanol obtained from the sugar beet cultivated in the experimental field of Viisoara, one used the following methods:

- Actual alcoholic strength determination by pycnometry (EC/2870/2000);
- Methanol and higher alcohols determination by gas chromatography (EC/2870/2000);
- Water Determination Test (Karl Fischer Method) (SR EN 15489:2008);
- Inorganic chloride determination by ion chromatography (SR EN 15492:2009);
- Copper determination by graphite furnace atomic absorption spectrometry (SR EN 15488:2008);
- Total acidity determination by light indicator (SR EN 15489:2008);



**Research regarding the quality of bioethanol obtained from the sugarbeet cultivated in an experimental field from Transylvania region**

- Phosphate determination by ammonium molybdate spectrophotometric method (SR EN 15487:2008);
- Non-volatile matter determination by gravimetric method (SR EN 15691:2009);
- Sulfur determination by fluorescence in ultraviolet method (SR EN 15486:2008).

**Results and discussion**

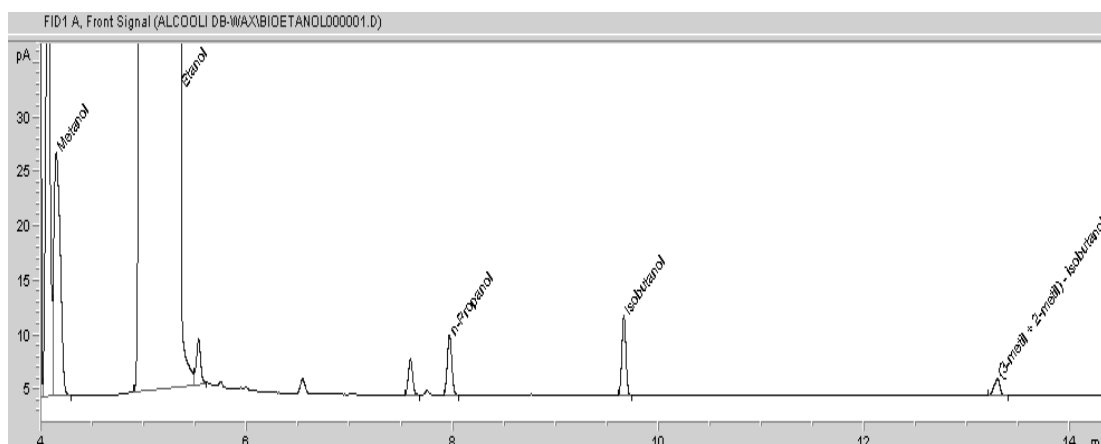
The bioethanol samples obtained from each of the experimental plots were analyzed in the laboratories of the Research Institute for Analytical Instrumentation of Cluj-Napoca. For each sample, one determined the ethanol characteristics according to the SR EN 15376 requirements.

The determination of bioethanol and higher alcohols was performed by gas chromatography, using Agilent 7890N gas chromatograph with a flame ionization detector, GC-FID, where the separation was realized by using the DB-WAX polar capillary column.

The alcohols identified and analyzed in the bioethanol samples are presented in table 1. As the IF1S1 sample (I- irrigated; F1- fertilized NPK 250 + 55 kg N/ha, S1 – Libero variety) was recorded as the highest in bioethanol content, its chromatogram of the compounds is illustrated in figure 1.

**Table 1. Methanol and higher alcohols identified and analyzed in bioethanol samples**

Retention time (minutes)	Name
4.160	Methanol
7.993	n-Propanol
9.700	Izobutanol
13.942	2-metil-izobutanol + 3-metil-izobutanol



**Fig. 1. Chromatogram analysis of methanol and higher alcohols for the bioethanol sample IF1S1 (I- irrigated; F1- fertilized NPK 250 + 55 kg N/ha, S1 – Libero variety)**

The bioethanol was obtained each time from an initial quantity of 15 kg sugar beet (used as a sample for fermentation).

The quantities of bioethanol obtained were between 1.381 l/15 kg sample, respectively 1.473 l/15 kg sample. Knowing the fact that one can obtain 6.62m<sup>3</sup> bioethanol from an average yield of 61.7 t/ha (Bioethanol in Deutschland, Landwirtschaftsverlag Munster), it results a transformation coefficient of 0.107. Within the experiences, the transformation coefficient obtained was lower (0.092 – 0.098), due to several factors:

- non-use of nutrients during fermentation, such as those containing nitrogen which increase the efficiency of bioethanol production;
- distillation carried out in laboratory conditions, without any correction of the liquid obtained.

## Conclusions

The values of the bioethanol and higher alcohols content - % (m/m)- determined from samples collected from the experimental plots were situated just above the minimum values allowed by SR EN 15376 – 98.7% (m/m) -, concentration which was obtained through repeated fractional distillation.

The content of higher saturated alcohols (C3-C5) registered a value of 2.0% (m/m), which is way below as compared to the maximum value allowed by SR EN 15376.

In the case of methanol, the determinations were chromatographically performed by using the instrumentation of the Research Institute for Analytical Instrumentation of Cluj-Napoca and its values were below the maximum allowed limit, namely 1.0 % (m/m). For the determination of water content in samples, one used the Karl Fischer apparatus; the repeated fractional distillation, in laboratory conditions, did not allow the decrease of the existing water content in samples below 0.298 % (m/m), which represented the highest registered value. However, the water content in the analyzed bioethanol samples was below 0.300 % (m/m), which represents the maximum value allowed by SR EN 15376.

The determination of inorganic chloride in the obtained bioethanol was performed by using the ion chromatography, by comparing the chromatographic peak of the chromatogram obtained for the sample to be analyzed in aqueous solution to the calibration curve plotted with standard solutions. In this situation, the values were quite high, reaching the maximum level allowed by SR EN 15376 – 20.0 mg/l.

The copper content determined by atomic absorption spectrometry with graphite furnace, resulted in relatively high values, but all below 0.1 mg/kg, which represents the maximum value allowed by the above mentioned standard.

The phosphorus determination within the bioethanol samples obtained from sugar beet was expressed as orthophosphate mass and was carried out by spectrometry using ammonium molybdate. The obtained values were below the detection possibilities of the apparatus (0,058mg/l), therefore, it could not be compared to the limits allowed by the standard. The sulfur determination was performed by fluorescence in ultraviolet, the obtained values being in a range of 6.6 – 10.0 mg/kg, according to SR EN 15376.

The value of the total acidity of the bioethanol samples was determined by titration with a potassium hydroxide solution and using phenolphthalein as color indicator, in order to determine the titration end point. The total acidity was then expressed in equivalent of acetic acid, the resulting values being below the SR EN 15376 limit – 0.007% (m/m), with one single exception –for the NF1S1 sample (N- non-irrigated, F1-fertilized NPK 250 + 55 kg N/ha, S1 – Libero variety), which exceeded the standard maximum allowed value. This situation is explained by the NF1S1 long period of time for fermentation, which favored the start of the acetic fermentation in the detriment of the alcoholic one.

The determination of the total dry extract or total dry residue, which includes all non-volatile matter in the specified physical conditions, was carried out by using the gravimetric method; the recorded values were below the detection limits of the analytical balance (1.2 mg/100 ml).

In the best interest of an efficient alcoholic fermentation, several conditions must be met, such as appropriate trimming of roots before grinding and strictly compliance with the temperature range of the dilution water etc. Also, for future experiences, it is recommended to use a growth factor to stimulate yeasts evolution, as well as the use of nitrogen compounds during the fermentation process to obtain a satisfactory yield of bioethanol.

As a final conclusion, the energetic parameters of the analyzed bioethanol samples framed within the limits imposed by SR EN 15376.

The values obtained in laboratory conditions by fractional distillation, which was several times repeated for achieving the minimum standard limit concentration, suggest that the experimental factors (such as irrigation regime, fertilization and sugar beet variety) and their graduations do not have any influence on the characteristics of bioethanol, but only on its obtained quantity.

## References

- Saulescu N. (1959). *Campul de experienta*, Editura Agro-Silvica de Stat, Bucuresti.
- Saulescu N. A., Saulescu N. N. (1967). *Campul de experienta*, editia a II-a, Editura Agro-Silvica, Bucuresti, p. 179-185, 310-321, 369.

**Research regarding the quality of bioethanol obtained from the sugarbeet cultivated in an experimental field from Transylvania region**

Luca E., Nagy Z. (1999). Irigarea culturilor, Editura Genesis, Cluj-Napoca.

Luca E., Budiu V., Ciotlaus Ana. (2008). Exploatarea sistemelor de imbunatatiri funciare - Irigatii, Editura Risoprint, Cluj-Napoca.

Naghiu Al., Bataga N., Maurer K. (1997). Studies upon the possibilities of biofuel use in the case of engines with wall film injection system, ESFR, Pitesti.

Naghiu Al., Baraldi G., Maurer K., Oechesner H., Drocas I., Naghiu Livia, Molnar A. (2003). Baza energetica pentru agricultura, Editura Risoprint, Cluj-Napoca.

Naghiu Al., Burnete N. (2005). Renewable energy – A challenge to agricultural farms, in Trakia Journal of Sciences, Vol. 3, No.6, p. 1-7, Stara-Zagora.

EN – Automotive fuels – Ethanol as a bending component for petrol – Requirements and test methods. Bioethanol in Deutschland, Landwirtschaftsverlag Munster.

**sa2012\_0503**

# Utjecaj stupnja zrelosti na prinos i udio vlakna predivog lana

Jasminka BUTORAC<sup>1</sup>, Zvezdana AUGUSTINOVIĆ<sup>2</sup>, Ružica ŠURINA<sup>3</sup>, Milan POSPIŠIL<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska  
(e-mail: jbutorac@agr.hr)

<sup>2</sup>Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Milislava Demerca 1, 48260 Križevci, Hrvatska

<sup>3</sup>Tekstilno tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Prilaz baruna Filipovića 28a, 10000 Zagreb, Hrvatska

## Sažetak

U radu se iznose rezultati agronomskih svojstava (prinos stabljike, prinos močene stabljike, prinos ukupnog vlakna, udio ukupnog vlakna, prinos dugog vlakna i udio dugog vlakna) pet inozemnih sorata predivog lana različite dužine vegetacije ubranih u tri različite zriobe (zeleno, žuta i puna). Pokusi s predivim lanom izvedeni su tijekom dvije godine (2010.-2011.) u Zagrebu na eutričnom smeđem antropogeniziranom tlu prema metodi slučajnog bloknoog rasporeda u četiri ponavljanja.

Na osnovi dobivenih dvogodišnjih istraživanja agronomskih svojstava predivog lana utvrđeno je da postoje signifikantne razlike između istraživanih sorata i između različitih zrioba. Sorte dulje vegetacije (Viola i Agatha) ostvarile su veće vrijednosti istraživanih svojstava. Najveće vrijednosti istraživanih svojstava ostvarene su kada je predivi lan ubran u zelenoj zriobi.

Ključne riječi: predivi lan, sorte, agronomska svojstva, stupanj zrelosti

## The influence of stages of maturity on fiber flax yield and share of fiber

### Abstract

This paper presents the results of the agronomic traits (stem yield, stem yield after retting, total fiber yield, share of total fibre, long fibre yield, share of long fibre) of fiber flax of five foreign varieties of different vegetation ripening group. The selected varieties were pulled at three different stages of maturity (green, yellow and brown ripe). Cultivar trials with fiber flax were set up in two years (2010-2011) and one location (Zagreb) on anthropogenized eutric cambisol. The trials were carried out according to the RCBD in four replication.

According to the results of the two-years research into the agronomic traits of fiber flax, significant differences were established between the varieties and stages of maturity under study. The varieties belong to the full vegetation ripening group (Viola and Agatha) were recorded higher values of investigated traits. The highest values of investigated traits were recorded when the fiber flax were pulled in the green ripe.

Key words: fiber flax, varieties, agronomic traits, stages of maturity

### Uvod

Izgradnja vlaknastih stanica u lanenoj biljci započinje veoma rano, već nakon faze nicanja. Tada se pojavljuju prve elementarne stanice, koje još nisu povezane u snopiće. Nakon završetka svjetlosnog stadija, lanena biljka ubrzava rast kao i izgradnju vlaknastih stanica. Broj elementarnih stanica se povećava i raste sve do pune

zriobe. Tako, npr. lanena biljka ima 89 elementarnih stanica kod visine od 8.5 cm, 138 kod visine od 24.8 cm, 199 u vrijeme pojave pupova, 336 nakon završetka cvatnje, te 346 u punoj zriobi (Sizov i Graščenko, 1963).

Pravi moment berbe lana ovisi o sorti, o stupnju zrelosti lanene biljke i o namjeni za koju se lan uzgaja. Predivi lan se najčešće čupa u fazi zeleno žute zriobe, jer se želi dobiti kvalitetna stabljika (primarni proizvod), te relativno dobro sjeme (sekundarni proizvod). Praktički se radi o kombiniranoj proizvodnji pri kojoj količina sjemena nije toliko bitna. Sjeme još treba dozrijeti procesom „nadozrijevanja“. Kada se želi proizvesti zrelije sjeme i kada se lan moči u bazenima, često se čupa u fazi žute zrelosti. U zemljama zapadne Europe kada se lan moči rošenjem na polju, čupa se i prije zeleno žute zriobe. Tada je vlakno u stabljici najfinije i služi za dobivanje proizvoda za specijalne namjene (čipke, platno – damast, batist). Što je biljka zrelija odrvenjavanje stabljike je jače, a time ima manje pristupačnog vlakna za preradu (Mushtaq i sur., 1984.)

Današnje komercijalne europske sorte predivog lana su jare sorte prilagođene maritimnoj klimi. Predivi lan ne podnosi negativne temperature u početku razvoja. Visoke pak temperature ubrzavaju sazrijevanje lana, pa samim time ne dolazi do izduživanja vlakna, a smanjuje se i kvaliteta (Butorac i sur., 2004a). Shekhar Sharma i Van Sumere (1992.) navode da vrijeme sjetve nema značajnijeg utjecaja na prinos stabljike, ali ima značajniji utjecaj na prinos i kvalitetu vlakna. Kvaliteta vlakna određena je prema svojstvima elementarne stanice vlakna i svojstvima strukture koje formiraju stanicu vlaknaca u vlakna. Lanena vlakna karakterizira visoki stupanj neujednačenosti na što se ne može bitno utjecati niti se može ukloniti tehnologijom proizvodnje i prerade, a značajno se odražava na svojstva vlakana. Dakle, veliki utjecaj na kvalitetu lanenih vlakana ima sorta kroz ekspresiju agronomskih, morfoloških i fenoloških svojstava biljke koja su međusobno usko povezana, kao i stupanj zrelosti lanene biljke.

Budući da Hrvatska ne raspolaže vlastitim selekcijskim materijalom, upućena je na introdukciju stranih sorata predivog lana, koje mogu u novonastalim uvjetima izgubiti vrijedna svojstva (Butorac i sur., 2003., Andrassy i sur., 2004., Butorac i sur., 2004a i 2004b, Pospišil i sur., 2004., Butorac i sur., 2006).

Cilj ovog rada bio je procijeniti aklimatizacijsku sposobnost pet kultivara predivog lana različite dužine vegetacije ubranih u tri različite zriobe kroz valorizaciju njihovih agronomskih svojstava.

### Materijal i metode

U 2010. i 2011. godini provedena su istraživanja s predivim lanom na pokušalištu Agronomskog fakulteta u Zagrebu na eutričnom smeđem antropogeniziranom tlu. U pokusu je bilo zastupljeno pet sorata lana vlasništvo četiri selekcijske tvrtke i to: Viking (Cooperative Liniere de Fontaine Cany, Francuska), Viola (Van de Bilt Zaden, Nizozemska), Venica (Agritec, Češka), Agatha i Electra (Cebecco Seeds, Nizozemska). Sorte su različite dužine vegetacije. Viking pripada srednje ranoj grupi sazrijevanja, Venica srednje ranoj do srednjoj, Agatha srednje kasnoj, a Viola i Electra srednje kasnoj do kasnoj.

Pokusi su provedeni prema metodi slučajnog bloknog rasporeda u četiri ponavljanja. Veličina osnovne parcele u pokusu iznosila je 10 m<sup>2</sup>. Provedena je uobičajena agrotehnika za sve istraživane sorte.

Lan je ručno ubran u fazi zelene, žute i pune zriobe na površini od 1 m<sup>2</sup>.

U fazi zelene zriobe donja trećina stabljike ima žutu boju, dok gornji dijelovi stabljike i tobolci imaju zelenu boju. Lisna masa je otpala samo na donjoj polovici stabljike. Sjeme je žuto zelene boje i pod pritiskom iz njega izlazi mliječni sok.

U fazi žute zriobe stabljika poprima po čitavoj dužini slamnato žutu boju, kao i tobolci. Lisna masa je ostala samo pri vrhu stabljike. Sjeme poprima smeđu boju i postaje tvrdo.

U fazi pune zriobe stabljika je smeđe boje. Listovi su sa stabljike u potpunosti otpali. Sjeme je smeđe boje i potpuno zrelo.

U ovom radu iznosi se samo dio istraživanja koja su provedena tijekom dvije godine i prva su takve vrste provedena u Hrvatskoj.

Nakon što su biljke ubrane u različitim fazama zriobe analizirana su sljedeća agronomska svojstva: prinos stabljike, prinos močene stabljike, prinos ukupnog vlakna, udio ukupnog vlakna, prinos dugog vlakna i udio dugog vlakna. Nakon berbe lana, a prije močenja, određen je prinos stabljike. Pomoću valjkaste lomilice odvojen je drvenasti dio stabljike. Predivi lan je prerađen u vlakno i određen je prinos stabljike nakon močenja, prinos ukupnog i dugog vlakna, te njihov udio.

Svi prikupljeni podaci obrađeni su analizom varijance, a razlike između srednjih vrijednosti testirane su Duncan-ovim testom (DMRT).

### Rezultati i rasprava

Prisutne su statistički opravdane razlike između istraživanih sorata za sva istraživana svojstva predivog lana, izuzev za udio vlakna i dugog vlakna u 2010. godini i između različitih zrioba za sva istraživana svojstva, izuzev za udio vlakna i dugog vlakna u obje godine istraživanja (Tablice 1.-4.). Interakcija (sorta x zrioba) nije bila signifikantna ni za jedno istraživano svojstvo u obje godine istraživanja.

Tijekom 2010. godine ostvarene su veće vrijednosti prinosa stabljike, prinosa močene stabljike, prinosa vlakna i prinosa dugoga vlakna za sve istraživane sorte u odnosu na 2011. godinu (Tablica 1.). Najveće vrijednosti za ova svojstva ostvarila je sorta Viola. Zatim slijede sorte Agatha, Electra i Venica. Sorte kasnijih vegetacijskih grupa sazrijevanja ostvarile su više vrijednosti svih istraživanih prinosa. Dobivene vrijednosti u ovoj godini istraživanja u skladu su sa dosadašnjim istraživanjima drugih autora (Pavelek, 2001. i Daenekindt 2003.). S druge strane, tijekom 2011. godine dobivene vrijednosti svih prinosa su ispod prosječnih vrijednosti za ove sorte. Standardna sorta u Hrvatskoj, Viking, bila je signifikantno najlošija u obje godine istraživanja.

Tijekom 2011. godine ostvareni su veći udjeli vlakna i dugog vlakna, a prisutne su i signifikantne razlike između sorata (Tablica 2.). Sorte Venica, Agatha i Electra ostvarile su signifikantno najveće vrijednosti udjela vlakna. Dobivene vrijednosti kretale su se od 32.64 do 35.60%. Poznato je da se udio vlakna u današnjih sorata kreće između 30 i 35%. Sve dobivene vrijednosti ispod 30% su ekonomski neisplative. Udio dugog vlakna u sorata trebao bi biti između 20 i 25%. Nažalost, niti u jednoj godini istraživanja nisu dobivene ove vrijednosti, jer su se tijekom 2010. godine vrijednosti tehničke dužine stabljike kretale između 60 i 65 cm, a tijekom 2011. između 45 i 65 cm. Niži udjeli dugog vlakna od prosjeka posljedica su nepovoljnijih vremenskih prilika tijekom rasta i razvoja lana (previsoke temperature u drugoj i trećoj dekadi svibnja, naročito tijekom 2011. godine – isforsirana i prerana cvatnja što je rezultiralo nižim biljkama; prevelike količine oborina u lipnju tijekom 2010. godine – neravnomjerno formiranje i sazrijevanje vlakna). Isto tako, pokazalo se da pjeskovito tlo, kakvo je tlo na kojem su provedena istraživanja, nije povoljno za uzgoj lana u godinama sa neravnomjernim rasporedom oborina (Butorac i sur., 2003., Butorac i sur., 2004a i 2004b).

Tablica 1. Prosječne vrijednosti agronomskih svojstava sorata predivog lana u 2010. godini

Sorta	Agronomska svojstva					
	Prinos stabljike (t ha <sup>-1</sup> )	Prinos močene stabljike (t ha <sup>-1</sup> ) <sub>1)</sub>	Prinos vlakna (t ha <sup>-1</sup> )	Udio vlakna (%)	Prinos dugog vlakna (t ha <sup>-1</sup> )	Udio dugog vlakna (%)
Viking	6,16b	4,58b	0,95b	20,44a	0,74b	16,44a
Viola	8,34a	6,33a	1,43a	22,82a	1,01a	15,88a
Venica	7,08ab	5,68a	1,17ab	21,22a	0,83ab	14,74a
Agatha	7,80ab	5,74a	1,27ab	21,14a	0,94ab	16,31a
Electra	7,63ab	5,56ab	1,26ab	22,76a	0,89ab	15,86a

Tablica 2. Prosječne vrijednosti agronomskih svojstava sorata predivog lana u 2011. godini

Sorta	Agronomska svojstva					
	Prinos stabljike (t ha <sup>-1</sup> )	Prinos močene stabljike (t ha <sup>-1</sup> ) <sub>1)</sub>	Prinos vlakna (t ha <sup>-1</sup> )	Udio vlakna (%)	Prinos dugog vlakna (t ha <sup>-1</sup> )	Udio dugog vlakna (%)
Viking	4,30c	2,98c	0,80c	27,02b	0,49c	16,64ab
Viola	6,04a	4,27a	1,17ab	27,32b	0,79a	18,54a
Venica	4,49bc	2,90c	1,03bc	35,60a	0,51c	17,70ab
Agatha	6,04a	4,34a	1,43a	32,64ab	0,68b	15,63ab
Electra	5,14b	3,70b	1,26ab	33,85a	0,52c	14,05b

Ako se usporede dobivene vrijednosti istraživanih agronomskih svojstava s obzirom na zriobu, vidljivo je da su usjevi ubrani u zelenoj zriobi ostvarili više vrijednosti od usjeva ubranih u žutoj i punoj zriobi (Tablice 3. i 4.). Tijekom 2010. godine ostvaren je signifikantno veći prinos stabljike u zelenoj zriobi u odnosu na žutu i

## The influence of stages of maturity on fiber flax yield and share of fiber

punu zriobu. Između zelene i žute zriobe nije bilo signifikantnih razlika za prinos močene stabljike, prinos vlakna i prinos dugog vlakna, dok je za ova svojstva prisutna signifikantna razlika između žute i pune zriobe. Najmanje vrijednosti za sva svojstva, izuzev za udio vlakna, ostvarene su kod pune zriobe.

Tijekom 2011. godine signifikantno najveći prinos močene stabljike i prinos dugog vlakna ostvaren je u zelenoj zriobi u odnosu na žutu i punu zriobu. Između zelene i žute zriobe nije bilo signifikantnih razlika za prinos stabljike i prinos vlakna. U obje godine istraživanja nisu bile prisutne statistički opravdane razlike između zrioba za udjele vlakna i dugog vlakna.

Tablica 3. Prosječne vrijednosti agronomskih svojstava predivog lana pri različitoj zriobi u 2010. godini

Zrioba	Agronomska svojstva					
	Prinos stabljike (t ha <sup>-1</sup> )	Prinos močene stabljike (t ha <sup>-1</sup> ) <sup>1)</sup>	Prinos vlakna (t ha <sup>-1</sup> )	Udio vlakna (%)	Prinos dugog vlakna (t ha <sup>-1</sup> )	Udio dugog vlakna (%)
Zelena	9,31a	6,61a	1,42a	20,98a	1,09a	16,67a
Žuta	6,91b	5,90a	1,28a	21,72a	0,97a	16,72a
Puna	5,98b	4,22b	0,93b	22,33a	0,57b	14,14a

Tablica 4. Prosječne vrijednosti agronomskih svojstava predivog lana pri različitoj zriobi u 2011. godini

Zrioba	Agronomska svojstva					
	Prinos stabljike (t ha <sup>-1</sup> )	Prinos močene stabljike (t ha <sup>-1</sup> ) <sup>1)</sup>	Prinos vlakna (t ha <sup>-1</sup> )	Udio vlakna (%)	Prinos dugog vlakna (t ha <sup>-1</sup> )	Udio dugog vlakna (%)
Zelena	5,86a	4,13a	1,26a	33,15a	0,70a	17,19a
Žuta	5,19ab	3,61b	1,14ab	31,74a	0,59b	16,66a
Puna	4,55b	3,17c	0,90b	28,96a	0,49b	15,68a

Rezultati dosadašnjih istraživanja Larsena (1956) ukazuju da su najveći prinosi stabljike i dugoga vlakna dobiveni kada je lan ubran na prijelazu iz zelene u žutu zriobu, što je donekle u skladu s našim istraživanjima. Odgodom berbe prema punoj zriobi smanjuje se količina i kvaliteta vlakna u stabljici. Naime, danas predionice koriste vlakna lana kod kojeg su vlakanca neodrvljena (zelena zrioba) ili malo odrvljena (žuta zrioba).

### Zaključci

Prema provedenoj analizi varijance prisutne su statistički opravdane razlike između istraživanih sorata za sva istraživana svojstva predivog lana, izuzev za udio vlakna i dugog vlakna u 2010. godini i između različitih zrioba za sva istraživana svojstva, izuzev za udio vlakna i dugog vlakna u obje godine istraživanja

Glede dobivenih rezultata agronomskih svojstava lana tijekom dvogodišnjih istraživanja sorte Viola i Agatha ostvarile su najviše vrijednosti.

Najveće vrijednosti istraživanih svojstava ostvarene su u zelenoj zriobi. Međutim, za većinu istraživanih svojstava nije bilo signifikantnih razlika između zelene i žute zriobe.

### Literatura

- Andrassy, M. Pezelj, E. Butorac J. (2004). Povratak proizvodnji predivog lana. Tekstil 53(8): 385-391.
- Butorac, J., Pospišil M., Mustapić, Z. (2003). Analiza gospodarskih i morfoloških svojstava predivog lana. 38. znanstveni skup hrvatskih agronoma s međunarodnim sudjelovanjem, Opatija, str. 399-402.
- Butorac, J. Pospišil, M. Mustapić, Z. (2004a). Prinos i udio vlakna predivog lana u uvjetima suše. 39. znanstveni skup hrvatskih agronoma s međunarodnim sudjelovanjem, Opatija, str. 563-566.
- Butorac, J., Pospišil, M., Mustapić, Z. (2004b). Possibilities of introduction foreign fiber flax cultivars in the lowland continental part of Croatia. 3th Global Workshop of the FAO European Cooperative Research Network on Flax and other Bast plants "Bast fibrous plants for healthy life", Banja Luka, Bosna i Hercegovina, p. 1-9.

- Butorac, J., Pospišil, M., Mustapić, Z. (2006). Neke značajke europskih sorata predivog lana. 41. hrvatski i 1. međunarodni znanstveni simpozij agronoma. Opatija, str. 359-360.
- Daenekindt, A. (2003). Belgische rassenlijst vezelvlas 2002. Vlas Berichten 4:1-4.
- Larsen, A. (1956). Some results of recently completed danish experiments with row-distance and seed-rate in fibre flax. Technical bulletin. 1:19-26.
- Mushtaq, A., Jamil, N. A., Hanif, A. H. Saeed, M. A. (1984). Quality characteristics of various flax (*Linum usitatissimum*) fibres as affected by maturity. Pakistan J. Agric. Res. 5(1): 18-22.
- Pavelek, M., (2001). New varieties - Venica. Czech J Genet Plant Breed 37:103-104
- Pospišil, M., Butorac, J., Gojšić, T. (2004). Lan - zaboravljena, a korisna kultura. Gazophylacium 9(3-4):81-86.
- Shekhar Sharma, H.S., Van Sumere, C.F. (1992). The Biology and Processing of Flax. M Publications, Belfast, Northern Ireland.
- Sizov, I. A. Graščenko, M. G. (1963). Die Verwendung des Ölfaserleins für die Faserproduktion. Fibra 8(1): 30-36.

sa2012\_0504



# Sadržaj specifičnih duhanskih nitrozamina u berlejskom duhanu u Hrvatskoj s obzirom na položaj listova na stabljici

Miroslav ČAVLEK, Kristina GRŠIĆ

Duhanski institut Zagreb d.d., Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska  
(e-mail:m cavlek@agr.hr)

## Sažetak

S ciljem utvrđivanja sadržaja TSNA u listovima komercijalno uzgojenog berlejskog duhana u Hrvatskoj u 2010. godini provedena su istraživanja po slučajnoj bloknoj shemi u tri repeticije. U istraživanje je bilo uključeno 6 proizvođača berlejskog duhana. Specifični duhanski nitrozamini bili su analizirani u listovima duhana s donjeg položaja na stabljici (berba duhana koja je uključivala 7 list na stabljici) i gornjeg položaja (berba duhana koja je uključivala 15 list na stabljici). Prosječni sadržaj TSNA kod 6 proizvođača berleja u 2010. godini varirao je od 12,49 ppm do 292,89 ppm. Prosječni sadržaj NNN u listovima duhana s gornjeg položaja na stabljici bio je 5 puta veći, a sadržaj NATB i TSNA 3 puta veći usporedbi s donjim položajem na stabljici.

Ključne riječi: berlej, specifični duhanski nitrozamini, nikotin

## The content of tobacco specific nitrosamines in burley tobacco in Croatia according to the leaf stalk position

### Abstract

The aim of the investigation was to determine TSNA content in leaves of commercially grown burley tobacco in Croatia. For this purpose, investigation was organized in the tobacco growing regions of burley tobacco in Croatia during 2010 year. Tobacco specific nitrosamines were analyzed in tobacco leaves from the bottom stalk position (seventh leaf) and the upper stalk position (fifteenth leaf), at six tobacco farms. The results have shown that the average TSNA levels in tobacco leaves vary from 12.49 ppm to 292.89. Five times higher NNN levels and three times NATB and TSNA levels were detected in upper leaves when compared to leaves with lower position.

Key words: burley, Tobacco Specific Nitrosamines, nicotine

### Uvod

Nitrozamini su snažni kancerogeni i kvalificiraju se kao glavni uzročnici raka pluća, usne šupljine, jednjaka i značajni su uzročnici raka mjehura i gušterače sa smrtnim ishodom (Hecht, 2003). Do danas je otkriveno 35 nitrozamina u duhanskom dimu. Podskup tih nitrozamina su specifični duhanski nitrozamini (TSNA) koji nastaju nitrozacijom endogenih alkaloida. Od osam poznatih TSNA sedam ih je detektirano u duhanskom dimu (Nestor i sur., 2003). Akumulacija TSNA događa se tijekom sušenja i skladištenja duhana (Burton i sur., 1989.; Staaf i sur., 2005). Prekursori nitrozamina su tercijarni amin nikotin, sekundarni amini nornikotin, anatabin i anabasin te nitrati i nitriti. Nitrozacijom nabrojanih alkaloida s NO<sub>x</sub> skupinama

stvaraju se odgovarajući nitrozamini kako slijedi: 4-metilnitrosoamino-1-(3-piridil)-1-butanon (NNK), N'-nitrosoanabasin (NAB), N'-nitrosoanatabin (NATB), N'-nitrosoanabasin (NAB). To su najčešći nitrozamini koji se referiraju kao TSNA. Cilj ovih istraživanja bio je ustanoviti sadržaj TSNA u osušenim listovima s donjeg i gornjeg položaja na stabljici komercijalno uzgojenih berlejskih duhana u Hrvatskoj.

### Formiranje specifičnih duhanskih nitrozamina

Poznat je metabolizam viših biljaka od apsorpcije dušika, redukcije nitrata (aktivnost enzima nitrat reduktaze – NR), redukcije nitrita (aktivnost enzima nitrit reduktaze – NiR) do ugradnje amonijskog iona u aminokiseline i druge dušične spojeve. Aktivnost enzima NR vrlo je osjetljiva na nedostatak vlage. Zbog naglog gubitka vlage već prvog dana sušenja duhana aktivnost enzima NR vrlo brzo opada. Prema istraživanju Parsons i sur. (1986) redukcija nitrata se, pod povoljnim uvjetima, nastavlja aktivnošću mikroorganizama. Mikroorganizmi (bakterije i gljivice) koji reduciraju nitrat pripadaju skupini disimilatora koji akumuliraju nitrite ili reduciraju nitrat u dušični oksid odnosno dušik (denitrifikatori). U procesu sušenja berlejskog duhana zbog gubitka vlage dolazi do pucanja membrane stanica pa je stanični sadržaj pristupačan mikroorganizmima, koji prirodno egzistiraju na listu duhana. Mehanizmi metabolizma nitrata pomoću mikroorganizama karakteriziraju disimilacijski procesi. Disimilacija nitrata obuhvaća respiraciju i denitrifikaciju nitrata a oslobođena energija koristi se za aktivnost mikroorganizama. Respiracija nitrata uključuje redukciju nitrata u nitrite bez daljnje redukcije prema shemi  $\text{NO}_3 \rightarrow \text{NO}_2$ . S druge strane, denitrifikacija uključuje redukciju nitrata kako slijedi  $\text{NO}_3 \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{N}_2\text{O} \rightarrow \text{N}_2$  i konačno oslobađanje dušika u plinovitom stanju u okolinu izvan stanica mikroorganizama.

Istraživanja Parsons-a i sur. (1986) također upućuju na zaključak da sadržaj nitrita u listu duhana predstavlja limitirajući faktor formiranja TSNA. Međutim, u dosadašnjim istraživanjima korelacija između koncentracije nitrita i TSNA u listu nije uvijek bila signifikantna. Naime, nitriti su uključeni i u druge reakcije koje se natječu s nitrozacijom alkaloida. Nadalje, nazočnost bakterija i njihov rast može u nekim, za to povoljnim uvjetima, povećati pH koji sprječava nitrozacijske reakcije, a nitriti mogu sudjelovati i u nitrozaciji drugih spojeva a ne samo alkaloida. Ovdje se navodi da nitriti djeluju i kao oksidacijski izvršitelj u reakciji s antioksidansima a koji su u određenim koncentracijama prirodni sastojci u listu duhana. Redukcija nitrata može također, kao što je ranije spomenuto, nakon redukcije u nitrite pomoću bakterija biti nastavljena sve do dušika u plinovitom stanju. Rundlof i sur. (2000) utvrdili su 20 antioksidansa, a svi, osim jednog, sastavne su komponente duhana, koji inhibiraju formiranje TSNA. Od tih 20 antioksidansa askorbinska i oleinska (kafeična i ferulična) kiseline su kod pH 5,5 najbolji inhibitori. Ove kiseline inhibiraju formiranje TSNA i u glavnom rebru i plojci lista, dok primjerice,  $\alpha$ -tokoferol inhibira reakcije u plojci lista. Proces redukcije sadržaja TSNA smanjivanjem koncentracije nitrita/nitritnih oksida događa se vezanjem dušičnih oksida s antioksidansima. Na taj se način sprječava reakcija dušičnih oksida s nornikotinom i/ili nikotinom kod formiranja TSNA. Moguće je, da je i kod formiranja TSNA uključen mehanizam slobodnih radikala pa antioksidansi reduciraju formiranje TSNA antioksidativnim mehanizmom smanjenja slobodnih radikala ali ta pretpostavka još uvijek nema čvrsta uporište (Bailey i sur. 2006).

Dosadašnje istraživačke spoznaje sugeriraju da proizvodni i tehnološki čimbenici koji utječu na sadržaj alkaloida, nitrata i redukciju nitrata u nitrite utječu i na formiranje TSNA. Sadržaj TSNA u osušenim listovima duhana povećava se intenzivnijom hranidbom dušikom (Chamberlain i Chorcyk, 1992; Peek i sur., 2005; De Roton i sur. 2005, Bush i sur. 2009), nižim zalamanjem (De Roton i sur., 2005), berbom zrelijeg/prezrelog duhana (Burton i sur., 1989), berbom i sušenjem klasičnim načinom u usporedbi s berbom i sušenjem na stabljikama (De Roton i sur. 2005; Staaf i sur., 2005). Međutim, sušenjem kod niže temperature i vlažnosti zraka, osigurane ventilacije (Burton i sur., 1989; Staaf i sur., 2005; De Roton i sur. 2005) i primjenom inhibitora formiranja TSNA (Katsuya i sur. 2000; Li i sur., 2006; Bailey i sur. 2006.), sadržaj TSNA se smanjuje.

### Materijal i metode

S ciljem utvrđivanja sadržaja TSNA u listovima komercijalno uzgojenog berlejskog duhana u Hrvatskoj u 2010. godini provedena su istraživanja po slučajnoj bloknoj shemi u tri repeticije. Faktori u istraživanju bili su: (1) obiteljska gospodarstva – 6 proizvođača berlejskog duhana i (2) položaj listova na stabljici – donji (berba duhana koja je uključivala 7 list na stabljici) i gornji položaj (berba duhana koja je uključivala 15 list na stabljici). Sa svrhom podjednake zastupljenosti uzgojnih površina prema području uzgoja odabrana su četiri

## The content of tobacco specific nitrosamines in burley tobacco in Croatia according to the leaf stalk position

gospodarstva na širem području Kutjeva, a dva na širem području Virovitice. Tehnologija uzgoja duhana provedena je prema uputama stručne službe organizatora proizvodnje Hrvatskih duhana. Sadržaji TSNA i nikotina u osušenim listovima duhana analizirani su prema Spiegelhalder i sur. 1989. Dobiveni su rezultati obrađeni analizom varijance primjenom MIXED procedure statističkog programa SAS-a (SAS Institute Inc., 2004).

### Rezultati i rasprava

#### Sadržaj specifičnih duhanskih nitrozamina u listovima berlejskog duhana u Hrvatskoj

U 2010., godini zabilježena je veća količina oborina tijekom vegetacije u usporedbi s višegodišnjim prosjekom (na virovitičkom području 839 mm, a kutjevačkom 603 mm oborina). U takvim uvjetima prosječni sadržaj nikotina u osušenim listovima duhana (uključujući plojku i glavno rebro) varirao je od 2,56 % do 5,32%, a sadržaj TSNA od 12,49 ppm do 292,89 ppm (tab. 1.). Izuzetno visoki sadržaj u pojedinim uzorcima NNN, posljedično i TSNA, nisu rijetkost i u istraživanjima drugih autora i vjerojatno su posljedica uvjeta prilikom sušenja (Burton i sur., 1989.; Staaf i sur., 2005.). Rezultati pokazuju razlike u sadržaju nikotina između OPG-a i signifikantne korelacije između prekursora nikotina i sadržaja nitrozamina (Chamberlain i Chortyk, 1992.). Signifikantni korelacijski koeficijenti zabilježeni su između sadržaja nikotina i sadržaja NNN (0,96), NAB (0,81) i TSNA (0,91) kao i između sadržaja ukupnog TSNA sa sadržajem NNN (0,97) i NAB (0,74) (zbog ekstremnih vrijednosti u izračun nije uključen OPG1).

U gornjim branjima utvrđen je značajno veći prosječan sadržaj nikotina i nitrozamina, nesignifikantno za sadržaj NAB i NNK (tab. 2.).

Tablica 1. Prosječni sadržaj nikotina i nitrozamina u berleju kod šest proizvođača duhana

Proizvođač	Nikotin %	NNN <sup>a</sup> ppm	NAB <sup>b</sup> ppm	NNK <sup>c</sup> ppm	NATB <sup>d</sup> ppm	TSNA <sup>e</sup> ppm
OPG 1	4,88	262,03	5,13	23,21	3,03	292,89
OPG 2	5,32	38,99	18,47	15,91	2,89	78,31
OPG 3	5,31	35,95	12,12	21,41	1,55	71,03
OPG 4	5,09	28,15	18,18	7,25	4,8	58,37
OPG 5	3,53	18,77	8,25	3,92	0,57	31,50
OPG 6	2,56	1,39	3,51	6,98	0,60	12,49
LSD <sub>0.05</sub>	1,02	43,38	9,61	12,89	NS	50,6

<sup>a</sup>NNN/N'-nitrosornikotin, <sup>b</sup>NAB/N'-nitrosoanabasin, <sup>c</sup>NNK/4-metilnitrosoamino-1-(3-piridil)-1-butanon, <sup>d</sup>NATB/N'-nitrosoanatabin, <sup>e</sup>TSNA/ukupni specifični duhanski nitrozamini

Tablica 2. Prosječni sadržaj nikotina i nitrozamina u berleju prema položaju lista na stabljici

Položaj lista na stabljici	Nikotin %	NNN <sup>a</sup> ppm	NAB <sup>b</sup> ppm	NNK <sup>c</sup> ppm	NATB <sup>d</sup> ppm	TSNA <sup>e</sup> ppm
Donji	4,04	20,14	10,22	12,81	1,12	44,28
Gornji	4,86	108,92	11,67	13,42	3,36	137,25
LSD <sub>0.05</sub>	0,20	24,92	NS	NS	1,03	29,25

<sup>a</sup>NNN/N'-nitrosornikotin, <sup>b</sup>NAB/N'-nitrosoanabasin, <sup>c</sup>NNK/4-metilnitrosoamino-1-(3-piridil)-1-butanon, <sup>d</sup>NATB/N'-nitrosoanatabin, <sup>e</sup>TSNA/ukupni specifični duhanski nitrozamini

Značajno veći sadržaji NNN i TSNA u gornjim branjima rezultat su njihovog većeg sadržaja samo kod OPG1, što pokazuju signifikantne interakcije prikazane u tab. 3. Izuzetak je zabilježen i kod sadržaja NAB ali kod OPG2. Nesignifikantne razlike u sadržaju nitrozamina između donjih i gornjih branja kod većine OPG-a vjerojatno su posljedica formiranja nitrozamina tijekom odležavanja budući da su analize urađene istovremeno, nakon završetka sušenja gornjih branja što je produžilo vrijeme formiranja nitrozamina u donjim branjima (De Roton i sur., 2005).

Tablica 3. Sadržaj nikotina i nitrozamina kod proizvođača duhana obzirom na položaj lista na stabljici

Proizvođač	Nikotin (%)		NNN (ppm) <sup>a</sup>		NAB (ppm) <sup>b</sup>		TSNA (ppm) <sup>c</sup>	
	Donji	Gornji	Donji	Gornji	Donji	Gornji	Donji	Gornji
OPG 1	4,83	4,93	43,00	481,31	8,02	2,24	79,10	506,69
OPG 2	4,66	5,98	29,67	48,32	8,73	28,21	50,90	105,72
OPG 3	4,65	5,97	30,92	40,98	10,05	14,20	65,58	76,48
OPG 4	4,48	5,70	15,86	40,43	22,20	14,16	50,25	66,49
OPG 5	2,90	4,15	1,07	36,47	7,49	9,00	11,45	51,55
OPG 6	2,69	2,42	0,55	2,23	4,80	2,22	8,41	16,57
LSD <sub>0.05</sub> <sup>†</sup>	0,49		61,20		12,57		71,64	
LSD <sub>0.05</sub> <sup>‡</sup>	1,07		61,04		11,47		71,64	

<sup>a</sup>NNN/N'-nitrosornikotin, <sup>b</sup>NAB/N'-nitrosoanabasin, <sup>c</sup>TSNA / ukupni specifični duhanski nitrozamini; <sup>†</sup>LSD<sub>0.05</sub> za usporedbu prosječnih vrijednosti unutar istog položaja lista na stabljici; <sup>‡</sup>LSD<sub>0.05</sub> za usporedbu prosječnih vrijednosti između različitih položaja na stabljici

### Zaključci

Prosječni sadržaj TSNA kod 6 proizvođača berleja u 2010. godini varirao je od 12,49 ppm do 292,89 ppm. Prosječni sadržaj NNN u listovima duhana s gornjeg položaja na stabljici bio je 5 puta veći, a sadržaj NATB i TSNA 3 puta veći usporedbi s donjim položajem na stabljici.

### Literatura

- Chamberlain W.J., Chortyk T. (1992). Effects of curing and Fertilization on Nitrosamine Formation in Bright and Burley Tobacco. *Beiträge zur Tabakforschung International*, 15:87-92.
- Bailey W.A., Brandon J., Thomas T., Losty T. (2006). Effect of preharvest ferulic acid application on TSNA levels in dark fire-cured tobacco. CORESTA Congress, Paris, France
- Burton H.R., Childs Jr., G.H., Andersen R.A., Fleming P.D. (1989). Chemical changes of Burley tobacco during senescence and curing. III. Tobacco Specific Nitrosamines. *J. Agric. Food Chem.* 37: 426-430.
- Bush L.P., Schoergendorfer A., Denton P., Pearce R., Peek D., Fisher L.R., Reed T., Conrad D., Palmer G., Ebelhar S., Jack A.M., Kalengamaliro N. (2009). TSNA response to fertilizer nitrogen. CORESTA Meeting Agro-Phyto Groups, Rovinj, programme and Abstracts, p.16.
- De Roton C., Wiernik A., Wahlberg I., Vidal B. (2005). Factors Influencing Formation of Tobacco-Specific Nitrosamines in French Air-Cured Tobaccos in Trials and at the Farm. *Beiträge zur Tabakforschung International*, 21:305- 320.
- Hecht S.S. (2003). Tobacco carcinogens, their biomarkers and tobacco induced cancer. *Nat Rec Cancer*, 3: 733- 744.
- Li Q., Krauss M.R., Hempfling W.P. (2006). Wounding of Root or Basal Stalk Prior to Harvest Affects Pre-harvest Antioxidant Accumulation and Tobacco-specific Nitrosamine Formation during Air Curing of Burley Tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). *J. Agronomy and Crop Science*, 192:267-277.
- Katsuya S., Koga K., Saito H. (2006). Reduction of TSNA in Burley tobacco leaves using bacteria. CORESTA Congress, Agro-Phyto Group, Paris, France, [http://www.coresta.org/Meetings/Past\\_Abstracts/Paris2006-AgroPhyto-Dec06.pdf](http://www.coresta.org/Meetings/Past_Abstracts/Paris2006-AgroPhyto-Dec06.pdf), p. 14.
- Nestor T.B., Gentry J.S., Peele D.M., Riddick M.G., Conner B.T., Edwards M.E. (2003). Role of Oxides of Nitrogen in Tobacco-Specific Nitrosamine Formation in Flue-Cured Tobacco. *Beiträge zur Tabakforschung International*, 20:467- 475.
- Parsons L.L., Smith M.S., Hamilton J.L., Mackown C.T. (1986). Nitrate reduction during curing and processing of burley tobacco. *Tob. Sci.*, 30:100-103.
- Peek D.R., Denton H.P., Waynick M. (2005). The effects of nitrogen fertilizer management on yield, quality and tobacco specific nitrosamines of Burley tobacco. *Agronomy-Phytopathology Meeting*, Santa Cruz do Sul, Brazil, [http://www.coresta.org/Meetings/Past\\_Abstracts/SantaCruz2005-AgroPhyto.pdf](http://www.coresta.org/Meetings/Past_Abstracts/SantaCruz2005-AgroPhyto.pdf), p. 30.
- Rundlof T., Olsson A.E., Wiernik S., Back M., Aune L., Wahlberg I. (2000). Potential nitrite scavengers as inhibitors of the formation of N-nitrosamines in solution and tobacco matrix systems. *J. Agric. Food Chem.* 48:4381-4388.

**The content of tobacco specific nitrosamines in burley tobacco in Croatia according to the leaf stalk position**

SAS Institute Inc. (2004). The SAS system for windows, V8.02. SAS Institute, Cary, N.C.

Spiegelhalder, B., S.J. Kuback

i, and S. Fischer: A method for the determination of tobacco- specific nitrosamines (TSNA), nitrate and nitrite in tobacco leaves and processed tobacco; Beitr. Tabakforsch. Int. 14 (1989) 135–144.

Staaf M., Back S., Wiernik A., Wahlberg I., Long R.C., Young J.H. (2005). Formation of Tobacco-Specific Nitrosamines (TSNA) During Air-Curing: Conditions and Control. Beiträge zur Tabakforschung International, 21: 321- 330.

**sa2012\_0505**

# Effect of nitrogen on soybean grain quality traits

Snežana MLADENović DRINIĆ, Mirjana SREBRIĆ, Vesna PERIĆ, Milan STEVANOVIĆ, Zoran ČAMDŽIJA, Vesna DRAGIČEVIĆ, Dragan KOVAČEVIĆ

Maize Research Institute Zemun Polje, Slobodana Bajića, 11185 Belgrade, Serbia  
(email: msnezana@mrizp.rs)

## Abstract

During 2008 and 2009 field experiment was conducted to evaluate effect of different amounts of nitrogen on protein, oil and trypsin inhibitor content of different soybean varieties. Variety Laura has the highest protein content in both years as well as Lana the highest oil content. All nitrogen variants showed a small but positive effect on protein content with regard to control, in both years. Seed protein content was increased over control by 60 kg ha<sup>-1</sup> nitrogen while oil content was reduced following nitrogen fertilization. The higher protein and oil content was realized in second trial year. Trypsin inhibitor content was similarly affected by nitrogen application in both genotypes with and without Kunitz trypsin inhibitor.

Key words: soybean, nitrogen effect, protein, oil, trypsin inhibitors

## Introduction

Soybean is the most important source of high-quality protein and edible oil for feeding human and animals. Protein and oil contents are one of the indicators of the quality of soybean grain. Their variability depends on the genetic differences between varieties, agroecological growing conditions and interactions GxE. Depending on the genotype and growing conditions protein content vary from 30 to 50% based on the absolute dry matter of seed. The commercial varieties have about 40% of proteins. The oil contents vary from 12 to 24%, commercial varieties have about 20%. Oil and protein content are negatively correlated (Burton, 1985) and the protein content shows more variability than oil content. The quality of soybean proteins is limited by its high content of antinutritional components among which, proteinase inhibitors are considered the most important.

The soybean is a nutrient dense, high protein seed. Consequently, nutrient requirements of a soybean crop are rather high. From all nutrients for soybean the most significant is nitrogen. Biological N<sub>2</sub> fixation and fertilizer N are the main source of meeting the N requirement of soybean. It is known that nitrogen is an essential element for achieving high and stable yield and increased protein content. The positive effect of nitrogen on yield and protein content was reported by many authors (Kumawat et al., 2000, Durasami and Mani, 2001, Morshed et al., 2008). However, little information is available about the effects of nitrogen on the oil and antinutritional constituents of soybean.

The aim of this study was to estimate the effects of different amounts of nitrogen on the protein, oil and trypsin inhibitor content in four soybean genotypes during two trial years.

## Material and methods

A two years, 2008 and 2009, trials was carried out on chernozem in the experimental field of Maize Research Institute Zemun Polje, at Zemun Polje. Four soybean genotypes were evaluated. Laura (I maturity group) and Lana (II maturity group), genotypes lack the Kunitz type of trypsin inhibitor, were selected by Maize Research Institute. Vojvođanka (II maturity group) selected by the Institute of Field and Vegetable crops, Novi Sad and Galeb (I maturity group) selected by SELSEM Uljarice, Beograd have standard seed quality. The experiment was laid out in a split plot with five treatments: control-without fertilizer T<sub>1</sub>; P60K60 (60 kg

## Effect of nitrogen on soybean grain quality traits

ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 60 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, T<sub>2</sub>), N30P60K60 (30 kg ha<sup>-1</sup> N, 60 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 60 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, T<sub>3</sub>), N60P60K60 (60 kg ha<sup>-1</sup> N, 60 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 60 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, T<sub>4</sub>), N90P60K60 (90 kg ha<sup>-1</sup> N, 60 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 60 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, T<sub>5</sub>). A standard cultivation practice was applied. Seed protein and oil contents were determined by near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS) using Infratec 1241 Grain analyzer, (Foss Tecator, Sweden) and expressed in a percentage of absolute dry matter of seed (ADM). The content of trypsin inhibitors was estimated according to a modified Erlanger method, Hamerstrand et al. (1981). The absorbance was measured at 410nm. All chemical analyses were performed in three replicates and the results were statistically analysed.

## Results and discussion

Seed protein content was determined in four soybean genotypes grown under different nitrogen treatment. A considerable variation in soybean seed protein content across different treatments and years is presented in Table 1. Protein content, in average for two years, four varieties and different nitrogen levels, was 40.30%. In 2009, average protein content was higher by 2.2% (40.73%) than in 2008 (39.87%). The highest protein content, averaged for all treatments have variety Laura (41.08%), and the lowest one have variety Vojvodjanka (39.65%). The difference is about 3.6%. All nitrogen fertilization levels increased the protein content, within interval from 0.8% (30 kg N ha<sup>-1</sup>) to 1.6% (60 kg N ha<sup>-1</sup>). These differences were statistically significant (Table 2). In both research years, maximal protein content (40.20% in 2008 and 41.07% in 2009) was recorded for level of 60 kg N ha<sup>-1</sup> in average for all genotypes. Minimal protein content was recorded in control 39.57% in 2008 and 40.43% in 2009. Increase in protein content of soybean with increasing level of N was also reported by many researchers (Kumawat et al., 2000; El-Shamy et al, 2001, Eman, 2002; Morshed et al., 2008). Morshad et al (2008) found that nitrogen uptake by seeds increased with increasing level of N up to certain level. According to Duraisami and Mani (2001) uptake of N by soybean was favorably affected by the residual effect of N levels. Kumawat et al. (2000) reported that the N uptake by seeds of soybean significantly increased with the increase in N up to 60 kg ha<sup>-1</sup>.

**Table 1. Protein and oil content of soybean seed under different N treatments during two years**

Genotype / treatment	Year 2008			Year 2009		
	Protein, %	Oil, %	Ti, mg/g	Protein%	Oil, %	Ti, mg/g
Lana control	39.20	20.91	15.35	40.17	23.28	13.85
Lana P60 K60	39.36	20.70	15.26	40.25	23.17	13.82
Lana N30 P60 K60	39.53	20.68	15.24	40.32	23.11	13.59
Lana N60 P60 K60	39.75	20.67	14.67	40.68	22.79	13.54
Lana N90 P60 K60	39.56	20.67	14.54	40.47	22.86	13.51
average	39.48	20.73	15.01	40.38	23.04	13.66
Laura control	40.21	19.16	15.01	41.29	21.32	11.75
Laura P60 K60	40.59	19.10	14.73	41.40	21.22	11.31
Laura N30 P60 K60	40.76	18.98	14.38	41.44	21.12	10.83
Laura N60 P60 K60	41.15	18.93	14.28	41.58	21.12	10.70
Laura N90 P60 K60	40.93	18.92	14.05	41.45	21.13	10.64
average	40.73	19.02	14.49	41.43	21.18	11.05
Vojvodjanka control	39.18	19.41	31.21	39.26	21.40	31.92
Vojvodjanka P60 K60	39.24	19.34	31.04	39.43	21.34	31.04
Vojvodjanka N30 P60 K60	39.38	19.34	30.07	39.77	21.19	30.96
Vojvodjanka N60 P60 K60	39.84	19.29	29.90	40.54	21.12	30.78
Vojvodjanka N90 P60 K60	39.56	19.29	29.37	40.35	21.16	30.46
average	39.44	19.33	30.32	39.87	21.24	31.03
Galeb control	39.69	19.38	30.25	41.01	21.32	31.22
Galeb P60 K60	39.78	19.36	29.85	41.23	21.25	31.00
Galeb N30 P60 K60	39.85	19.35	29.49	41.21	21.20	30.16
Galeb N60 P60 K60	40.05	19.35	29.25	41.47	21.12	29.95
Galeb N90 P60 K60	39.89	19.34	29.01	41.25	21.13	29.90
average	39.85	19.36	29.57	41.23	21.20	30.45

Apart from seed protein content, oil and trypsin inhibitor content were also influenced by the nitrogen treatments (Table 1). Average oil content for years, variety and nitrogen levels, was 20.64%. In 2008, average oil content was lower (19.61%) than in 2009 (21.66%). Lana have the highest oil content (21.88%) and Laura have the lowest one (20.10%) in both years. The difference is about 8,9%. Varieties Galeb and Vojvodjanka have similar oil content (about 20.28%). All nitrogen treatments decreased the oil content. In both research years, maximal oil content (19.71% and 21.83%) was recorded in control in average for all genotypes. Minimal oil content (19.56% and 21.53%) was recorded for level of 60 kg N ha<sup>-1</sup> in average for all genotypes. These differences were statistically significant (Table 2). Schmitt et al., 2001 found that application of N did not alter soybean yields or oil concentration, and the impact on protein was minimal.

Two major classes of protease inhibitors are present in soybean seeds, the Kunitz trypsin inhibitor and the Bowman-Birk inhibitor. Laura and Lana are soybean genotypes with reduced content of KTI (Srebrić et al., 2008). Another two genotypes, Vojvodjanka and Galeb, have standard trypsin inhibitor concentration. Trypsin inhibitor activity was influenced by the applied N treatments. Ti concentration of different genotypes under different N treatments during two years is presented in Table 1. Genotypes containing KTI exhibit a higher Ti than genotypes lacking this protein but in both groups of genotypes Ti was similarly affected by nitrogen application. All nitrogen fertilization levels decreased the trypsin inhibitor content, within interval from 3.48% (30 kg N ha<sup>-1</sup>) to 5.43% (60 kg N ha<sup>-1</sup>). The higher decrease of Ti content was in second trail year 5.5% compared with decrease of 5.04% in first trail year. In both research years, maximal Ti content (22.18% and 22.95%) was recorded in control in average for all genotypes. Minimal Ti content (21.12% and 21.74%) was recorded for level of 90 kg N ha<sup>-1</sup> in average for all genotypes. Vollman et al (2003) found that Ti was reduced by nitrogen or nitroge+sulphur application. Randjelovic et al (2010) concluded that nitrogen had positive effect on grain yield and protein content of soybean genotypes with reduced content of KTI.

Table 2. 3 FACT ANOVA for protein and oil content of soybean seed under different N treatments

Genotype / treatment	Protein content	Oil content
Lana control	39.62 <sup>k</sup>	22.09 <sup>a</sup>
Lana P60 K60	39.81 <sup>j</sup>	21.93 <sup>ab</sup>
Lana N30 P60 K60	39.93 <sup>i</sup>	21.89 <sup>b</sup>
Lana N60 P60 K60	40.28 <sup>gh</sup>	21.78 <sup>b</sup>
Lana N90 P60 K60	40.04 <sup>i</sup>	21.80 <sup>b</sup>
Laura control	40.62 <sup>de</sup>	20.20 <sup>defg</sup>
Laura P60 K60	40.95 <sup>c</sup>	20.10 <sup>efg</sup>
Laura N30 P60 K60	41.10 <sup>b</sup>	20.05 <sup>fg</sup>
Laura N60 P60 K60	41.38 <sup>a</sup>	20.03 <sup>g</sup>
Laura N90 P60 K60	41.19 <sup>b</sup>	20.03 <sup>g</sup>
Vojvodjanka control	39.22 <sup>m</sup>	20.41 <sup>c</sup>
Vojvodjanka P60 K60	39.34 <sup>l</sup>	20.37 <sup>cd</sup>
Vojvodjanka N30 P60 K60	39.58 <sup>k</sup>	20.27 <sup>cde</sup>
Vojvodjanka N60 P60 K60	40.20 <sup>h</sup>	20.24 <sup>cdef</sup>
Vojvodjanka N90 P60 K60	40.01 <sup>i</sup>	20.24 <sup>cdef</sup>
Galeb control	40.35 <sup>g</sup>	20.35 <sup>cd</sup>
Galeb P60 K60	40.50 <sup>f</sup>	20.30 <sup>cd</sup>
Galeb N30 P60 K60	40.56 <sup>ef</sup>	20.28 <sup>cde</sup>
Galeb N60 P60 K60	40.74 <sup>d</sup>	20.26 <sup>cde</sup>
Galeb N90 P60 K60	40.60 <sup>ef</sup>	20.26 <sup>cde</sup>
LSD (0,05)	0.1149	0.1957

a-k column means with common superscripts do not differ (p>0.05)

### Conclusion

Seed oil content decreased while seed protein content increased with increased amounts of applied nitrogen. Protein content in seeds of all analyzed genotypes was progressively increased with increasing levels of nitrogen up to 60 kg N ha<sup>-1</sup>, in both years. Laura has the highest protein content in all treatments. Higher



## Effect of nitrogen on soybean grain quality traits

levels of nitrogen reduced seed oil content. Nitrogen application, which caused an increase in seed protein content, resulted in a reduction in TI by about 5.43% as compared with the control.

### References

- Burton, J.W. (1985). Breeding soybeans for improved protein quantity and quality. In: Shibles, R. (ed.). World Soybean Research III. Proceedings. Westview Press, Boulder and London.
- Duraisami, V. P. and Mani A. K. (2001): Residual effect of inorganic nitrogen, composted coirpith and biofertilizer on yield and uptake of soybean in an Inceptisol. Madras Agric J 88(4/6), 277-280.
- El-Shemy, H., Yu S.R, Fujita K. (2001): Subunit composition of storage proteins in soybean seeds as affected by nitrogen application and pod removal. American Biotechnology Laboratory Vol.19,No.1.
- Eman S. (2002). Response of growth, yield and attributes of soybean plants (*Glycin max* (L.) Merr.) to late soil nitrogen fertilization. Arab Universities Journal of Agricultural Sciences, 10, 1, 165-172.
- Hamerstrand, G. E., Black L. T., and Glover J. D. (1981). Trypsin inhibitors in soy products: Modification of the standard analytical procedure. Cereal Chem. 58:42-45.
- Kumawat S.M., Dhakar L.L., Maliwal P.L. (2000). Effect of irrigation regimes and nitrogen on yield, oil content and nutrient uptake of soybean (*Glycine max*). Indian Journal of Agronomy, 45, 2, 361-366
- Morshed, R.M., Rahman M., and Rahman M.A. (2008). Effect of nitrogen on seed yield, protein content and nutrient uptake of soybean (*Glycine max* L.). J Agric Rurak Dev 6, 13-17.
- Randjelović V., Prodanović S., Tomić Z., Bijelić Z (2010). Genotypic response of two soybean varieties with reduced content of KTI to application of different nitrogen level biotechnology in Animal Husbandry 26 (5-6), p 403-410.
- Schmitt A.M., Lamb A.J., Randall W.G., Orf H.J., Rehm W.G. (2001). In-season Fertilizer Nitrogen Applications for Soybean in Minnesota. Agronomy Journal, 93, 983-988.
- Srebrić M., Perić V. (2008). Breeding of Kunitz-free soybean genotypes. Proceedings of 18th Eucarpia General Congress Modern Variety Breeding for Present and Future Needs, Valencia, Spain, 9-12 September 2008, 640.
- Vollmann, J., H. Grausgruber, H. Wagenstrahl, H. Wohleser and P. Michele (2003). Trypsin inhibitor activity of soybean as affected by genotype and fertilization. J.Sci Food.Agric 83,1581-1586.

s2012\_0506

# Utjecaj godine na neka agronomska svojstva šest kultivara ozime pšenice uzgajanih na kiselom tlu

Vera ĐEKIĆ, Milivoje MILOVANOVIĆ, Mirjana STALETIĆ, Vesna STEVANOVIĆ,  
Jelena MILIVOJEVIĆ

Centar za strna žita, Save Kovačevića 31, 34000 Kragujevac, Srbija  
(e-mail: veraraj@kg.ac.rs)

## Sažetak

U radu su prikazani rezultati istraživanja kragujevačkih ozimih kultivara pšenice (Takovčanka, Vizija, Toplica, Krana, Planeta i Aleksandra). Pokus je postavljen na pokusnom polju Centra za strna žita, Kragujevac tijekom dvije vegetacijske sezone. Istraživan je urod zrna, masa 1000 zrna i hektolitarska masa. Analizom varijance ustanovljen je visoko signifikantan utjecaj godine na prosječne vrijednosti uroda zrna i masu 1000 zrna te signifikantan utjecaj kultivara na masu 1000 zrna. Najviši prosječni urod zrna ostvario je kultivar Takovčanka (4,348 t/ha), a najmanji kultivar Aleksandra (3,818 t/ha). Najveća prosječna masa 1000 zrna utvrđena je kod kultivara Toplica (46,09 g).

Ključne riječi: ozima pšenica, urod zrna, masa 1000 zrna

## Influence of growing season on some agronomic characteristics of six winter wheat cultivars grown in acidic soil

### Abstract

This paper presents the results of an experiment including six Kragujevac winter wheat cultivars (Takovčanka, Vizija, Toplica, Krana, Planeta and Aleksandra). The experiment was conducted at the experimental field of the Center for Small Grains, Kragujevac during two growing seasons and the investigated traits were: grain yield, 1000 grain weight and test weight were analyzed. Analysis of variance revealed highly significant effect of growing season on mean grain yield, test weight and 1000 grain weight, whereas cultivar significantly affected only 1000 grain weight. The highest average grain yield was obtained for cultivar Takovčanka (4.348 t/ha), and the lowest for cultivar Aleksandra (3.818 t/ha). The highest average 1000 grain weight was determined for cultivar Toplica (46.09 g). The year effect of grain yield and 1000 grain weight was statistically significant.

Key words: winter wheat, grain yield, 1000 grain weight

### Uvod

Ozima pšenica (*Triticum aestivum* L.) jedna je od najznačajnijih ratarskih kultura u Srbiji, a uzgaja se na oko 530.000 ha godišnje. Prosječni urodi pšenice zadnjih 10 godina u glavnim proizvodnim područjima Srbije kreću se od 4,5-8,0 t/ha. Jedan od osnovnih zadataka selekcije, za uspješnu i stabilnu proizvodnju pšenice je stvaranje genotipova visokog potencijala rodnosti izraženog preko komponenata uroda u odgovarajućim okolinskim uvjetima. Kao krajnja komponenta i složeno svojstvo, urod zrna je na prvom mjestu i ispred kvalitete i

**Influence of growing season on some agronomic characteristics of six winter wheat cultivars grown in acidic soil**

otpornosti na bolesti i stresne uvjete, bez obzira na svrhu uporabe. Agronomska vrijednost sorte ne ovisi samo o njenom genetskom potencijalu na urod, nego i o njenoj sposobnosti da ostvari svoj genetski potencijal pod različitim uvjetima proizvodnje (Drezner et al., 2006, Milovanović i sur., 2000, 2001, 2002, Denčić i sur., 2006, Dencic and Kobiljski, 2007, Rekanović i sur., 2007). Proizvodnja pšenice s visokim urodom zrna i odgovarajućom kvalitetom je moguća samo izborom kvalitetnog sortimenta, uz odgovarajuće uvjete uzgoja i odgovarajuću tehnologiju proizvodnje. Tijekom vegetacijskih godina (2009/10, 2010/11) u poljskim mikropokusima, na imanju Centra za strna žita u Kragujevcu, ispitivano je šest kragujevačkih sorti ozime pšenice, sa ciljem izbora najboljih sorti za uvjete proizvodnje Srbije na kiselom tlu.

**Materijal i metode**

**Materijal i poljski pokusi**

Tijekom 2009./2010. i 2010./2011. godine, u Centru za strna žita u Kragujevcu ispitivano je šest kultivara ozime pšenice: Takovčanka, Vizija, Toplica, Kruna, Planeta i Aleksandra. Pokus je postavljen prema potpuno slučajnome rasporedu u dva ponavljanja. Veličina osnovne parcelice iznosila je 20 m<sup>2</sup> (10 m x 2 m). Primijenjena je uobičajena tehnologija za proizvodnju pšenice, s tim što je sjetva obavljena u optimalnom roku u drugoj polovici listopada. Gnojdbom je u jesen dodano 400 kg/ha gnojiva NPK 15:15:15, a u proljetnoj prihrani 300 kg/ha KAN-a. Analizirana su slijedeća svojstva: urod zrna, hektolitarska masa i masa 1000 zrna.

Na osnovu ostvarenih rezultata istraživanja izračunati su uobičajeni varijacijsko statistički pokazatelji: prosječne vrijednosti, greška aritmetičke sredine i standardna devijacija. Statistička obrada podataka napravljena je u modulu Analyst programa SAS/STAT (SAS Institute Inc., 2000.).

**Zemljišni i vremenski uvjeti**

Prije početka izvođenja pokusa uzeti su uzorci tla s pokusnih površina i izvršena je kemijska analiza tla. Na temelju dobivenih rezultata utvrđeno je da tlo pripada tipu smonice, s relativno visokim udjelom gline i nepovoljnih je fizičkih svojstava. Sadržaj humusa u površinskom sloju tla je nizak (2,68-2,87%), a supstitucijska i ukupna hidrolitička kiselost su dosta visoke (pH u H<sub>2</sub>O=6,01, u KCl=4,78). Tlo je srednje opskrbljeno ukupnim dušikom (0,12-0,14% N) i lako pristupačnim kalijem (11-16 mg/100 g tla K<sub>2</sub>O), dok je sadržaj lakoprstupačnog fosfora bio nizak (ispod 10 mg/100 g tla P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

Područje Kragujevca se nalazi na nadmorskoj visini od 186,0 m i karakterizira se umjerenom kontinentalnom klimom, čija je opća karakteristika neravnomjeran raspored oborina po mjesecima (Tablica 1).

**Tablica 1. Srednje mjesečne temperature zraka i količina oborina (Kragujevac)**

Godina	Mjesec												Prosjek/suma
	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	
Srednje mjesečne temperature zraka (°C)													
2009-10	22,3	18,1	11,7	8,8	2,6	0,9	3,2	7,2	12,1	16,5	20,2	23,1	12,23
2010-11	22,1	17,2	10,2	11,4	2,4	0,9	0,5	7,2	12,0	15,8	20,9	22,8	11,95
Prosjek	22,7	16,6	12,5	6,9	1,9	0,5	2,4	7,1	11,6	16,9	20,0	22,0	11,8
1961-04													
Količina oborina (mm)													
2009-10	56,2	29,1	102,6	77,5	125,5	57,0	150,5	43,3	142,2	116,7	196,7	14,8	1112,1
2010-11	59,6	41,5	86,9	27,9	50,1	29,1	48,5	20,4	20,8	65,8	32,3	62,4	545,3
Prosjek	58,5	62,7	45,4	48,9	56,6	58,2	46,6	32,4	5,9	57,6	70,4	71,5	660,7
1961-04													

Podaci u tablici 1. jasno ukazuju da su se godine u kojima su izvedena istraživanja po meteorološkim uvjetima razlikovale od višegodišnjeg razdoblja karakterističnog za Kragujevac. Prosječna temperatura zraka u 2009/10. i 2010/11. godini bila je veća za 0,43°C, odnosno 0,15°C a količina oborina u istim godinama istraživanja veća za 451,4 mm, odnosno manja za 115,4 mm od višegodišnjeg prosjeka i sa vrlo neravnomjernim rasporedom oborina po mjesecima. Tijekom godine najveća količina oborina je u proljetnim mjesecima što se povoljno odražava na vegetaciju biljaka. Proljetni mjeseci travanj, svibanj i lipanj 2009-10. godine bili su sa previše oborina, što se nepovoljno odrazilo na uzgajane usjeve. U travnju 2009/10.

godine je palo 142,2 mm oborina, a u 2010/11. godini 20,8 mm što je za 90,3 mm više, odnosno za 31,1 mm manje od višegodišnjeg prosjeka. U svibnju 2009/10. godine je palo 116,7 mm oborina što je za 59,1 mm više od višegodišnjeg prosjeka, dok je u 2010/11. godini za 8,2 mm palo više oborina od višegodišnjeg prosjeka. U lipnju 2009/10. godine količina vodenog taloga je bila veća za 126,3 mm od prosjeka, dok je u 2010/11. godini ista bila manja za 38,1 mm od višegodišnjeg prosjeka. Polazeći od činjenice da su dovoljne količine oborina u ovim mjesecima vrlo bitne za uspješnu proizvodnju strnih žitarica nameće se zaključak da godine u kojima su izvedena istraživanja nisu bile povoljne za uzgoj pšenice.

### Rezultati i rasprava

Analiza varijance (Tablica 2) pokazala je da postoji visoko signifikantni utjecaj godine na sva tri ispitivana svojstva dok su razlike među kultivarima bile signifikantne samo za masu 1000 zrna.

Tablica 2. Analiza varijance pokazatelja fizičkih svojstava za istraživane kultivare pšenice

Parametar	F <sub>exp</sub>	
	Kultivar	Godina
Urod zrna, (t/ha)	0,411	21,166 <sup>**</sup>
Hektolitarska masa, (kg/hl)	1,177 <sup>*</sup>	7,953 <sup>**</sup>
Masa 1000 zrna, (g)	2,883	17,116
	F <sub>5,009</sub> =2,77;	F <sub>5,009</sub> =6,61;
	F <sub>5,001</sub> =4,25	F <sub>5,001</sub> =16,26

Prosječne vrijednosti uroda zrna, hektolitarske mase i mase 1000 zrna kod istraživanih kragujevačkih kultivara pšenice uzgajanih u Centru za strna žita u Kragujevcu, tijekom dvije vegetacijske sezone 2009-10. i 2010-11. godini, prikazani su u Tablici 3.

Tablica 3. Prosječne vrijednosti istraživanih svojstava kultivara pšenice (2009.-2011. god.)

Svojstva	Kultivar	2009/2010			2010/2011			Prosjeak/Average		
		$\bar{X}$	S	S <sub>x</sub>	$\bar{X}$	S	S <sub>x</sub>	$\bar{X}$	S	S <sub>x</sub>
Urod zrna, (t/ha)	Takovčanka	4.273	0.038	0.027	4.424	0.055	0.039	4.348	0.095	0.048
	Vizija	3.136	0.091	0.064	5.273	0.038	0.027	4.204	1.235	0.618
	Toplica	3.334	0.051	0.036	4.954	0.041	0.029	4.144	0.936	0.468
	Kruna	4.000	0.021	0.015	4.848	0.095	0.067	4.424	0.493	0.246
	Planeta	3.970	0.170	0.120	4.182	0.025	0.018	4.076	0.157	0.079
	Aleksandra	3.727	0.139	0.098	3.909	0.058	0.041	3.818	0.136	0.068
Hektolitarska masa, (kg/hl)	Takovčanka	79.0	0.707	0.500	80.1	0.424	0.300	79.55	0.794	0.397
	Vizija	78.9	0.283	0.200	78.2	0.566	0.400	78.55	0.545	0.272
	Toplica	77.1	0.707	0.500	76.4	0.283	0.200	76.75	0.597	0.299
	Kruna	76.6	0.424	0.300	77.1	0.424	0.300	76.85	0.451	0.225
	Planeta	78.0	0.566	0.400	75.8	0.283	0.200	76.90	1.322	0.661
	Aleksandra	78.8	0.283	0.200	77.4	0.283	0.200	78.10	0.841	0.420
Masa 1000 zrna, (g)	Takovčanka	40.15	1.202	0.850	43.75	0.707	0.500	41.95	2.229	1.114
	Vizija	41.09	0.269	0.190	46.15	1.131	0.800	43.62	2.997	1.499
	Toplica	44.30	0.636	0.450	47.89	1.471	1.040	46.09	2.270	1.135
	Kruna	40.27	0.820	0.580	41.51	0.820	0.580	40.89	0.980	0.490
	Planeta	40.97	0.396	0.280	46.74	1.259	0.890	43.85	3.417	1.709
	Aleksandra	44.25	0.495	0.350	47.51	1.075	0.760	45.88	2.002	1.001

Urod istraživanih genotipova pšenice pokazivao je znatno variranje ovisno o godini istraživanja (Tablica 3). U prvoj godini istraživanja (2009-10.), kultivar Takovčanka je ostvario najviši urod zrna (4,273 t/ha), zatim Kruna (4,000 t/ha), dok je najniži urod imao kultivar Vizija (3,136 t/ha). U drugoj godini istraživanja (2010-11.), urod kod kultivara Vizija bio je najviši i iznosio je 5,273 t/ha, dok je nešto niži ostvario kultivar Toplica (4,954 t/ha). Znatno niži urod postigli su kultivari Planeta i Aleksandra (4,182 i 3,909 t/ha). Prosječan urod zrna u promatranom dvogodišnjem razdoblju bio je najviši kod kultivara Kruna i iznosio je 4,424 t/ha, dok je najniži urod zrna ostvario kultivar Aleksandra (3,818 t/ha). Znatno variranje uroda zrna ovisno o utjecaju genotipa i godine istraživanja, utvrdili su i Đekić i sur. (2010).

Hektolitarska masa zrna kao njena kvalitativna karakteristika nije se znatno razlikovala u ovisnosti o istraživanom genotipu i godini istraživanja (Tablica 3). Kultivar pšenice Takovčanka ostvario je najveću hektolitarsku masu u obje vegetacijske sezone u odnosu na ostale istraživane kultivare pšenice. Prosječna dvogodišnja vrijednost iste kod kultivara Takovčanka iznosila je 79,55 kg/hl, kod Vizije 78,55 kg/hl, Aleksandre 78,10 kg/hl, dok je najnižu prosječnu dvogodišnju vrijednost hektolitarske mase ostvario kultivar Toplica (76,75 kg/hl). Zrno istraživanih kultivara pšenice odlikuje se dobrim fizičkim svojstvima, posebno hektolitarskom masom i masom 1000 zrna. Ostvarene prosječne vrijednosti ovih svojstava u istraživanju bile su nešto više u odnosu na vrijednosti do kojih su došli Jelić i sur. (2002) i Đekić i sur. (2010).

Najveću prosječnu masu 1000 zrna (44,30 g i 47,89 g) je ostvario kultivar Toplica u obje vegetacijske sezone. Najnižu prosječnu vrijednost mase 1000 zrna u prvoj godini istraživanja ostvario je kultivar Takovčanka (40,15 g), a u drugoj godini kultivar Kruna (41,51 g). Prosječna dvogodišnja vrijednost mase 1000 zrna bila je najveća kod kultivara Toplice (46,09 g), a najmanja kod Krune (40,89 g). Masa 1000 zrna prema Đekić i sur. (2010), je genetski kontrolirano svojstvo na koji značajan učinak imaju uvjeti vanjske sredine, te se otuda kod različitih kultivara ovisno od godine istraživanja konstatira veće variranje.

### **Zaključci**

U provedenim istraživanjima od istraživanih kultivara pšenice najviši urod zrna tokom 2009-10. godine ostario je kultivar Takovčanka (4,273 t/ha), dok je u 2010-11. godini najviši urod postigao kultivar Vizija (5,273 t/ha). Najveću prosječnu masu 1000 zrna tijekom obje vegetacijske sezone je ostvario kultivar Toplica (44,30 g i 47,89 g). Analizom varijance ustanovljeni su visoko signifikantni učinci godine za urod zrna i masu 1000 zrna, dok je utjecaj kultivara bio signifikantan samo za masu 1000 zrna.

### **Literatura**

- Denčić S., Mladenov N., Kobiljski B., Hristov N., Rončević P., Đurić V. (2006). Rezultati 65-godišnjeg rada na oplemenjivanju pšenice u Naučnom institutu za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad. Zbrnik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, sv. 42, 339-361.
- Dencic S., Kobiljski B. (2007). Organization of wheat genetic resources in collections. Uvodno predavanje 1st Joint PSU-UNS International Conference on BioScience: Food, Agriculture, and the Environment. Hat Yai, Thailand. IA 04, 6.
- Drezner G., Dvojković K., Novoselović D., Horva Daniela, Guberac V., Marić Sonja, Primorac J. (2006). Utečaj okoline na najznačajnija kvantitativna svojstva pšenice. Zbornik Radova. 41. Hrvatski & 1. Međunarodni Znanstveni Simpozij Agronoma. Zbornik radova-Proceedings, Osijek, Croatia, 181-182.
- Đekić V., Glamočlija Đ., Milovanović M., Staletić M. (2010). Uticaj godine na prinos i kvalitet zrna kragujevačkih sorti ozime pšenice. XXIV Savetovanje agronoma, veterinara i tehnologa. Zbornik naučnih radova, Vol. 16, br. 1-2, str. 43-50.
- Milovanović M., Maksimović D., Kuburović M., Pavlović M., Kostadinović S., Zečević V. (2000). Najnovija dostignuća u oblasti oplemenjivanja u semenarstva strnih žita. u: I Savetovanje 'Nauka, praksa i promet u agraru' - znanje u hibridu, Vrnjačka Banja, 38-42.
- Milovanović M., Maksimović D., Kuburović M., Kostadinović S., Staletić M., Kovačević B. (2001). Aktuelni i perspektivni sortiment strnih žita, dostignuća i rezultati. u: Nauka, praksa i promet u agraru, savetovanje (II), Vrnjačka banja, Zbornik radova, 27-36.
- Milovanović M., Maksimović D., Perišić V., Kovačević B., Kuburović M., Kostadinović S., Jestrović Z., Staletić M. (2002). Dostignuća i novi pravci u oplemenjivanju i proizvodnji semena kragujevačkih sorti strnih žita. Nauka, praksa i promet u agraru, III savetovanje, Agroinovacije, Soko Banja, Zbornik radova, 57-65.
- Rekanović M., Ivanović M., Baucal G. (2007). Analiza proizvodnje ratarskih useva u PKB korporaciji u 2006. godini. Zbornik naučnih radova, Vol. 13, br. 1-2, 7-14.
- SAS/STAT (2000). User's Guide, Version 9.1.3. SAS Institute Inc.

### **Zahvala**

Istraživanja neophodna za ovaj rad dio su projekta TP 31054 „Razvoj novih tehnologija gajenja strnih žita na kiselim zemljištima primenom savremene biotehnologije“, kojeg financira Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije.

sa2012\_0507

# Ostaci maleinskog hidrazida u virdžinijskom duhanu obzirom na količinu primijenjenog sredstva i položaj lista na stabljici

Kristina GRŠIĆ<sup>1</sup>, Miroslav ČAVLEK<sup>1</sup>, Marijan ZAHANEK<sup>2</sup>, Josip ZDELIČAN<sup>2</sup>,  
Mato DEVČIĆ<sup>2</sup>, Mirko BOIĆ<sup>2</sup>, Ankica BUDIMIR<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Duhanski institut Zagreb d.d., Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska  
(e-mail: kgrsic@agr.hr)

<sup>2</sup>Hrvatski duhani d.d. Virovitica, Osječka 2, 33000 Virovitica, Hrvatska

## Sažetak

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj količine primijenjenog maleinskog hidrazida i položaja lista na stabljici na sadržaj maleinskog hidrazida u osušenom listu duhana. U 2008. i 2009. organizirani su poljskih pokusi kod osam proizvođača duhana na području Pitomače, Virovitice i Kutjeva. Pokus je na svakom od gospodarstva postavljen po shemi potpuno slučajnog rasporeda. Postupci u pokusima bili su: (1) maleinski hidrazid (MH) 14 lha<sup>-1</sup> i (2) 9 lha<sup>-1</sup> u kombinaciji s kontaktnim sredstvom koncentracije 5%. Maleinski hidrazid je analiziran u listovima duhana srednjeg (C), gornjeg (B) i vršnog (T) branja. Prosječni sadržaji ostataka maleinskog hidrazida u listu duhana u 2008. kada je korišteno 9 lha<sup>-1</sup> i 14 lha<sup>-1</sup> bili su 17 mgkg<sup>-1</sup> i 27 mgkg<sup>-1</sup>, a u 2009. 45 mgkg<sup>-1</sup> i 70 mgkg<sup>-1</sup>. Najveći sadržaj ostataka maleinskog hidrazida utvrđen je u donjim branjima i bio je pod utjecajem količine i rasporeda oborina tijekom vegetacija. Primjenom smanjene količine maleinskog hidrazida (9 lha<sup>-1</sup>) moguće je proizvesti duhan s maksimalno dopuštenim količinama ostataka koji zadovoljavaju europske i hrvatske kriterije.

Ključne riječi: ostaci maleinskog hidrazida (MH), virdžinijski duhan

## Maleic hydrazide residues in flue-cured tobacco affected by application rates and stalk position

### Abstract

The objective of this research was to determine the influence of application rates of maleic hydrazide and stalk position on maleic hydrazide residues in flue-cured tobacco. Field experiments were conducted during 2008 and 2009 at eight farms in Virovitica, Pitomača and Kutjevo. The experiment was carried out in a completely randomized design. Treatments in experiments were: (1) maleic hidrazid (MH) 14 lha<sup>-1</sup> and (2) maleic hidrazid (MH) 9 lha<sup>-1</sup> in combination with contact products concentration of 5% as a tank mix partner. MH residues were analysed in tobacco leaves from cutters (C), leaf (B) and tips (T) stalk position. Average MH residues in tobacco leaves when 9 lha<sup>-1</sup> and 14 lha<sup>-1</sup> of MH was used in 2008 were 17 mgkg<sup>-1</sup> and 27 mgkg<sup>-1</sup>, and in 2009 45 mgkg<sup>-1</sup> and 70 mgkg<sup>-1</sup>. The highest content of maleic hydrazide residues was found in the lower priming and was influenced by the amount and distribution of rainfall during the growing season. By using 9 lha<sup>-1</sup> of maleic hydrazide is possible to produce tobacco that contains residues of maleic hydrazide within the limits accepted by the EU and Croatia.

Key words: maleic hydrazide residues, flue-cured tobacco

## Uvod

Maleinski hidrazid (MH) je sistemsko sredstvo koje sprječava diobu stanica (Peedin 1999; Redes i Blem 2002). Utvrđeno je također da inhibira sintezu DNK i RNK (Tso, 1990), primanje i asimilaciju nitrata (Douglass i sur. 1986a) te respiraciju i fotosintezu (Douglass i sur., 1986b). Nakon primjene maleinski hidrazid se brzo apsorbira i ksilemom i floemom translocira u meristem biljaka gdje inhibira diobu stanica, ali ne i rast stanica. Rezultati istraživanja s izotopom C pokazuju da se 28 dana nakon primjene 30-40% absorbiranog ugljika ( $^{14}\text{C}$ )-MH translocira korijenom u hranidbenu otopinu, 12-22% ostaje u biljci, 14-18% ekstrahira kao topivi metanol metabolit, a 25-35% ostaje u korijenu i drugom tkivu biljke kao netopivi metanol (Tso, 1990). Budući da se maleinski hidrazid translocira u meristem rezultat njegove primjene je sprječavanje diobe stanica malih zaperaka kao i malo većih zaperaka čiji se razvoj usporava. Prema dosadašnjim istraživanjima maleinski hidrazid osigurava kontrolu zaperaka otprilike šest tjedana nakon primjene (Collins i Hawks, 1993).

U mnogim zemljama u svijetu postoji tendencija smanjenja sadržaja ostataka pesticida i drugih tvari štetnih po zdravlje čovjeka u svim potrošnim robama. Tako je i s ostacima maleinskog hidrazida u osušenim listovima duhana. Iako je u pojedinim zemljama potpuno zabranjena prodaja duhana ili gotovih duhanskih proizvoda u kojima su utvrđeni ostaci maleinskog hidrazida, u većini zemalja EU tolerira se sadržaj maleinskog hidrazida u tim proizvodima < 80 ppm (Wittekindt, 1978), a u Hrvatskoj < 50 ppm (NN 125/09).

Mnogo je čimbenika koji utječu na razinu ostataka maleinskog hidrazida u duhanu poput kemijskih karakteristika, količina primijenjenog (doza) maleinskog hidrazida, agrotehničkih mjera, vremena od primjene maleinskog hidrazida do berbe duhana, pozicije lista na stabljici i klime (Tso, 1990). Maleinski hidrazid je stabilan na djelovanje UV zraka, visoke temperature i gubitak isparavanjem te se fiksira u biljci. Međutim, vrlo je topljiv u vodi i to je najvažniji čimbenik koji djeluje na razinu ostataka, ako se izuzme količina primijenjenog sredstva. Količina rezidua maleinskog hidrazida u biljci obično je manja u vegetacijskim godinama s količinom oborina iznad godišnjeg prosjeka odnosno veća u godinama s količinom oborina ispod prosjeka (Peedin, 1999). Kod navodnjavanog duhana u količini od 20 mm, 12 sati nakon primjene maleinskog hidrazida, dodana količina vode nije utjecala na njegovu efikasnost u kontroli zaperaka. Međutim, sadržaj maleinskog hidrazida u duhanu bio je manji za 50% u usporedbi s nenavodnjavanom duhanom (Seltmann i Sheets, 1987). Druga istraživanja pokazuju da se sadržaj maleinskog hidrazida u duhanu može signifikantno smanjiti ukoliko se moment berbe duhana odgodi dok ne padne od 1 do 10 mm oborina (Jennette i sur. 1995).

Kombinacijom sredstava koja se koriste u kontroli zaperaka (kontaktna, sistemsko i lokalsistemsko) moguće je provesti efikasnu kontrolu zaperaka (Beljo, 1999; Čavlek i Turšić, 1998; Čavlek i sur. 1991) s prihvatljivom razinom ostataka maleinskog hidrazida u smislu propisa koji danas egzistiraju (Perović i sur. 1994).

Cilj ovog istraživanja bio je odrediti sadržaj ostataka maleinskog hidrazida u osušenom listu virdžinijskog duhana obzirom na količinu primijenjenog maleinskog hidrazida i položaj lista na stabljici.

## Materijali i metode

Istraživanja su provedena 2008. i 2009. godine na osam obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava. Gospodarstva su odabrana na način da je pokriveno cjelokupno uzgojno područje duhana u Hrvatskoj (Pitomača, Virovitica i Kutjevo). Izbor gospodarstava, tehnologija uzgoja i primjena maleinskog hidrazida bila je pod nadzorom stručnjaka Hrvatskih duhana d.d., organizatora proizvodnje. Poljski pokusi provedeni su po shemi potpuno slučajnog rasporeda. Pripravak na bazi maleinskog hidrazida primijenjen je u količini od (1) 14 lha<sup>-1</sup> i (2) 9 lha<sup>-1</sup> u kombinaciji s kontaktnim sredstvom (Fair 85 EC) 5% koncentracije. Maleinski hidrazid su primijenili proizvođači duhana koristeći vlastite strojeve i iskustvo. Sadržaj ostataka maleinskog hidrazida analiziran je u osušenim listovima duhana prema metodi Anglina i Mahona (1958) i to u insercijama koja sadrže 7, 11 i 15 list odnosno u insercijama C (srednje branje), B (gornje branje) i T (vršno branje).

Dobiveni su rezultati obrađeni analizom varijance primjenom MIXED procedure statističkog programa SAS-a (SAS Institute Inc., 2004).



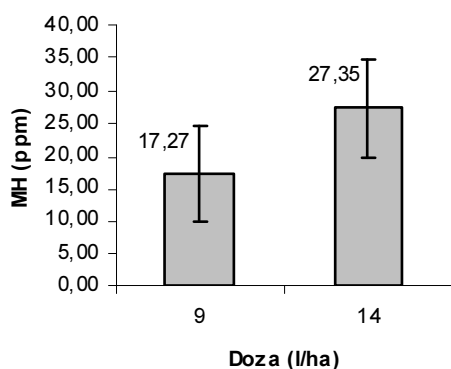
## Rezultati i rasprava

Istraživanjem su utvrđene statistički opravdane razlike u sadržaju ostataka maleinskog hidrazida u osušenim listovima duhana obzirom na količinu primijenjenog sredstva i prema položaju lista na stabljici (Tablica 1).

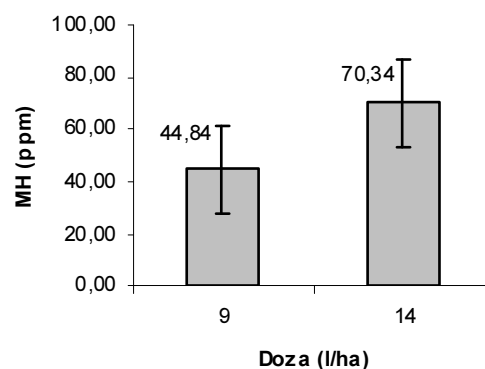
Tablica 1. Rezultati ANOVE za sadržaj maleinskog hidrazida u listu duhana u 2008. i 2009. godini

Izvor varijabilnosti	n-1	2008. Fexp	2009. Fexp
Doza (D)	1	7,48**	9,40**
Položaj lista na stabljici (P)	2	14,72**	5,00*
D*P	2	0,31n.s.	0,02n.s.

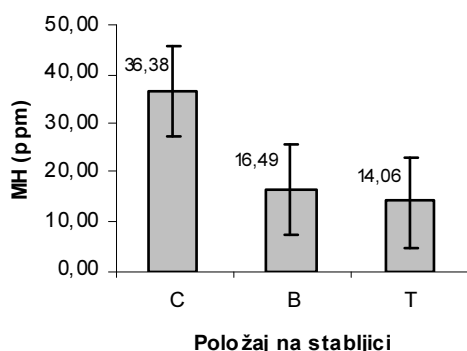
Prosječan sadržaj ostataka maleinskog hidrazida u osušenim listovima virdžinijskog duhana u prvoj godini istraživanja kada je sredstvo korišteno u količini od 14 lha<sup>-1</sup> bio je veći za 58 % u usporedbi s primjenom u količini od 9 lha<sup>-1</sup>, a naredne za 57 % (Grafikon 1. i 2.). Uočljivo je da se povećanje sadržaja ostataka kreće u granicama povećanja količine primijenjenog maleinskog hidrazida od 56%. Perović i sur. (1994) su, u do sada jedinom publiciranom radu o sadržaju maleinskog hidrazida u hrvatskim duhanima, također dobili značajan odnos između količine primijenjenog i sadržaja ostataka maleinskog hidrazida u osušenim listovima virdžinijskog duhana.



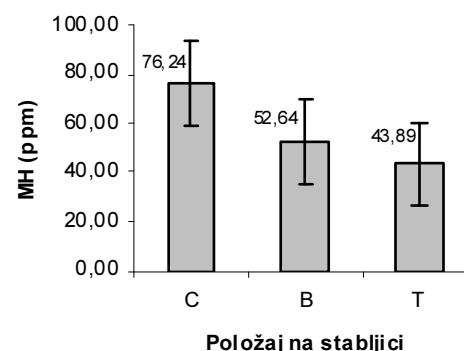
Grafikon 1. Ostaci maleinskog hidrazida obzirom na količinu primijenjenog sredstva, 2008. godine



Grafikon 2. Ostaci maleinskog hidrazida obzirom na količinu primijenjenog sredstva, 2009. godine



Grafikon 3. Ostaci maleinskog hidrazida u duhanu obzirom na položaj lista na stabljici, 2008. godine



Grafikon 4. Ostaci maleinskog hidrazida u duhanu obzirom na položaj lista na stabljici, 2009. godine

Smanjenje ostataka maleinskog hidrazida od gornjih položaja listova na stabljici prema donjim dobivenih u ovom istraživanju naglašava i Tso (1990) (Grafikon 3. i 4.). U obje godine istraživanja najveći sadržaj ostataka maleinskog hidrazida utvrđen je u C inserciji (berba koja uključuje sedmi list) u usporedbi s višim položajima na stabljici (B i T insercije odnosno berbe koje uključuju 11. i 15. list) između kojih nije bilo statistički značajnih razlika.

Različite vrijednosti ostataka maleinskog hidrazida kao i intenzitet smanjenja od gornjih prema donjim položajima listova na stabljici mogu se objasniti manjim količinama i rasporedom oborina nakon primjene maleinskog hidrazida (podaci nisu prikazani) u 2009. godini u usporedbi s prethodnom. Slične rezultate dobili su i drugi autori (Tso, 1990; Peedin, 1999; Seltmann i Sheets, 1987; Jennette i sur. 1995).

Maleinski hidrazid je gotovo u pravilu jedno od sredstava koje se u Hrvatskoj koristi za kontrolu rasta zaperaka zbog njegove efikasnosti, prihvatljive cijene i lagane primjene. Međutim, zbog zdravstvenih učinaka većina zemalja je potpuno zabranila i ograničila maksimalne dopuštene količine ostataka maleinskog hidrazida u sirovom duhanu odnosno u duhanskim proizvodima (Wittekindt, 1978; NN 125/09). U svijetlu navedenih ograničenja nužno je voditi računa o količini primijenjenog maleinskog hidrazida. U godini s nedostatnim količinama i lošim rasporedom oborina, primjenom u praksi uobičajene doze od  $14 \text{ lha}^{-1}$  sadržaj maleinskog hidrazida u osušenim listovima duhana bio je u okviru europskih regulativa, ali iznad dopuštenih granica u Hrvatskoj (Grafikon 2). Primjenom manjih doza, u ovom slučaju  $9 \text{ lha}^{-1}$  i u različitim klimatskim uvjetima moguće je ispuniti i kriterije od maksimalno dozvoljene količine  $<50 \text{ ppm}$ , a koji su regulirani hrvatskim propisima (NN 125/09).

## Zaključci

Rezultati ovog istraživanja pokazali su međusobni pozitivni odnos između količine primijenjenog i prosječnog sadržaja maleinskog hidrazida u komercijalno uzgojenim virdžinijskim duhanima u Hrvatskoj. Najveći sadržaj ostataka maleinskog hidrazida utvrđen je u donjim branjima i bio je pod utjecajem količine i rasporeda oborina tijekom vegetacija. Primjenom smanjene količine maleinskog hidrazida ( $9 \text{ lha}^{-1}$ ) moguće je i u sušnim godinama proizvesti duhan s maksimalno dopuštenim količinama ostataka koji zadovoljavaju europske i strože hrvatske kriterije.

## Literatura

- Anglin C., Mahon J.H. (1958). A modified procedure for determining maleic hydrazide residues in plant material. *Assoc Off. Agr. Chem.* 41:177-182
- Beljo J., Čavlek M., Budin T. (1999). Effects of Different Growing Practices on Agronomic Properties and Usability of Flue-Cured Tobacco. *Agric. Conspec. Sci.*, 64(3):179-185
- Collins W.K., Hawks S.N. Jr. (1993). *Principles of Flue-Cured Tobacco Production*. Raleigh, North Carolina, USA.
- Čavlek M., Turšić I. (1998). Učinci zalamanja i kemijske kontrole zaperaka virdžinijskog duhana u tri stadija razvoja cvijeta. *Tutun/Tobacco*, 48(7-12): 90-97
- Čavlek M., Berdin M., Turšić I., Danon V. (1991). Utjecaj različitih kemijskih sredstava na kontrolu zaperaka, prinos i kvalitetu virdžinijskog duhana. *Tutun/Tobacco*, 41(5-6):183-190
- Douglass E.A., Mackown C.T., Bush L.P. (1986a). In-Vitro nitrate reductase activity of maleic hydrazide treated tobacco *Nicotiana tabacum* cultivar KY-14 seedlings. *Tob. Sci.* 30:94-96
- Douglass E.A., Mackown C.T., Gay S.L., Bush L.P. (1986b). Nitrate uptake and assimilation in maleic hydrazide treated tobacco *Nicotiana tabacum* cultivar KY-14. *Tob. Sci.* 30:11-15
- Fisher L.R., Long R.C. (2004). Fate of Pesticide Residues on Tobacco, Annual Report of the Pesticide Committee of the Tobacco Worker's Conference
- Jennette M.W., Yelverton F.H., Leidy R.B. (1995). The effect of simulated rainfall on MH residues in flue-cured tobacco. *Tob. Sci.* 39:137-144
- NN.125/09. Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti predmeta široke potrošnje. Najviše dopuštene koncentracije ostataka sredstava za zaštitu bilja u osušenom duhanu i duhanskim prerađevinama, Prilog XIII,
- Peedin G.F. (1999). Production practices: flue-cured tobacco. In *Tobacco Production, Chemistry and Technology* (D.L. Davis and M.T. Nielsen, Ed.). Blackwell Science, Malden, pp. 104-142
- Perović Đ., Čavlek M., Švob Z. (1994). Ostaci hidrazida maleinske kiseline u flue-cured duhanu berbe 1992. *Izvjješće/Annual report Duhanski institut Zagreb* 19:177-180

## Maleic hydrazide residues in flue-cured tobacco affected by application rates and stalk position

- Redes A.C., Blem A.R. (2002). Maleic hydrazide residues on tobacco: Historical perspective. Paper presented at the 40th Tobacco Workers Conference, Pinehurst NC. pp. 14-17
- SAS Institute Inc. (2004). The SAS system for windows, V8.02. SAS Institute, Cary, N.C.
- Seltmann H., Sheets T.J. (1987). Sucker control and maleic hydrazide residues after simulated rain and MH reapplication. *Tob. Sci.* 31:82-87
- Tso T.C. (1990). Production, Physiology, and Biochemistry of Tobacco Plant. IDEALS, Inc., Beltsville, MA.
- Wittekindt W. (1978). Current West German regulations on maximum pesticides residues in tobacco products. *Tabak Jour. Int.* 4:223-229

sa2012\_0508

# Response of wheat genotypes to liming and fertilization on pseudogley soil

Miodrag JELIĆ<sup>1</sup>, Jelena MILIVOJEVIĆ<sup>2</sup>, Aleksandar PAUNOVIĆ<sup>3</sup>, Milan BIBERDŽIĆ<sup>1</sup>, Olivera NIKOLIĆ<sup>4</sup>, Milomirka MADIĆ<sup>3</sup>, Vera ĐEKIĆ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Agriculture, Kopaonička bb, 38219 Lešak, Kosovo and Metohija, Serbia (e-mail: miodragjelic@yahoo.com)

<sup>2</sup>Small Grains Research Center Kragujevac, Save Kovačevića 31, 34000 Kragujevac, Serbia

<sup>3</sup>Faculty of Agronomy, Čačak, Cara Dušana 34, 32000 Čačak, Serbia

<sup>4</sup>Faculty of Ecological Agriculture, Svetog Save 60, 35210 Svilajnac, Serbia

## Abstract

This study evaluates the response of three wheat genotypes (Pobeda, Planeta i Nora) to three fertilization methods (120 kgNha<sup>-1</sup>, 80 kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>ha<sup>-1</sup>, 53 kgK<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>; 120 kgNha<sup>-1</sup>, 160 kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, 53 kgK<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> and 120 kgNha<sup>-1</sup>, 80 kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>ha<sup>-1</sup>, 53 kgK<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>+5 t»Njival Ca»ha<sup>-1</sup>+20 t manure ha<sup>-1</sup>) on pseudogley soil. The results show that the test genotypes gave poor yields at low soil pH, under low phosphorus and low humus conditions. The use of NPK fertilizers having a considerably higher phosphorus content had a marked positive effect on grain yield, particularly in 2009/2010 (a 2-31-fold increase). The combined ameliorative use of lime, manure and NPK fertilizers led to a significant increase in grain yield, particularly in cv. Nora. Wheat productive traits were highly significantly correlated with soil pH and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> content.

Key words: fertilizer, genotype, liming, pseudogley, soil, wheat

## Introduction

Pseudogley and other types of acid soils are widespread in the Republic of Serbia, accounting for over 60% of total arable land (Stevanović et al., 1995). The acidity of these soils, their high levels of H<sup>+</sup> ions and low levels of essential plant nutrients, primarily P and Ca, are constraints to high and stable wheat yields. Low calcium levels, phosphorus deficiency and aluminum toxicity affect root growth, the absorption of water and nutrient uptake by plants, generally causing crop yield reduction in acid soils (Pavan et al., 1982; Sumner, 2004). The effect of fertilization and liming on crop yield has been observed in many studies; the trials, however, show differences in the intensity of the effect. Crop yield is also significantly affected by soil conditions, climatic factors and weather conditions in a given year (Benjamin et al. 2003, Cai and Qin 2006). Grain yield in cereals is largely affected by the combined use of manure, lime and mineral fertilizers (Manna et al. 2005). The objective of the present study was to evaluate the effect of different fertilization methods and fertilizer types on grain yield and yield components in three winter wheat genotypes (Pobeda, Planeta and Nora) on pseudogley soil.

## Material and methods

The study was conducted at the experimental field of the Dr. Đorđe Radić Secondary School of Agriculture and Chemistry in Kraljevo, on pseudogley soil, over a period of three years (2008-2010). The trial included an untreated control (B<sub>1</sub>) and three different fertilization methods: B<sub>2</sub> (120 kgNha<sup>-1</sup>, 80 kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>ha<sup>-1</sup>, 53 kgK<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>), B<sub>3</sub> (120 kgNha<sup>-1</sup>, 160 kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, 53 kgK<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>) and B<sub>4</sub> (120 kgNha<sup>-1</sup>, 80 kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>ha<sup>-1</sup>, 53 kgK<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>+5 t»Njival Ca»ha<sup>-1</sup>+20 t manure ha<sup>-1</sup>). Fertilization treatments were set up in a randomized block design in three replications. Plot size was 50 m<sup>2</sup>. The fertilizers used included complex NPK fertilizer (8:24:16), superphosphate (17% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) and ammonium nitrate (AN=17% N) used as a nitrogen fertilizer at the end of winter. Three winter wheat cultivars (Pobeda- A<sub>1</sub>, Planeta- A<sub>2</sub> and Nora- A<sub>3</sub>) were grown at the trial field. Sowing was performed at optimum dates, at a seeding rate of 700 viable seeds per m<sup>2</sup>, using a tractor-drawn

seed drill. Conventional production technology was employed. The crop was harvested at full maturity, using a Sampo harvester. Wheat yield was weighed and adjusted to 14% moisture. Harvest index was calculated as the ratio of grain yield to straw yield. Grain number per ear and grain weight per ear were determined. Soil sampling was conducted after the harvesting operation. The soil was analyzed by standard chemical methods: soil pH was determined in a 1:2.5 soil - 1 M KCl suspension after a half-hour equilibration period; humus content was determined by the Kotzmann method, and available P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O levels by the Egner-Riehm Al method. Mobile Al content was analyzed colorimetrically using the aluminon acetate buffer. The data were subjected to analysis of variance and the significance between means was tested according to Mead (1996).

### Results and discussion

The soil used in the trial was pseudogley soil, previously (Dugalić, 1998) characterized as having poor physical properties (a high level of compaction, a high proportion of powder and clay particles, low water permeability) and being extremely acid (pH < 4.5). The soil was low in both humus and readily available phosphorus (about 2.18% and 7.0-8.0 mg 100 g<sup>-1</sup> soil, respectively), and had a moderate supply of readily available potassium (13-18 mg 100 g<sup>-1</sup> soil) and a satisfactory amount of total nitrogen (0.10-0.13%), but showed very low microbial activity (89.4-145.3x10<sup>5</sup> ammonifiers, 0.0x10<sup>1</sup> azotobacter and 31.9-41.1x10<sup>3</sup> fungi).

**Table 1. Weather characteristics – Rainfall (R mm) and mean air temperatures (°C) for the period 2007-2010 and long-term means- LTM (1961-1990)**

Period	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	Σx
2007/08 R mm	117	116	39	33	22	72	63	40	73	576
2007/08 t °C	10.6	3.2	0.2	1.6	4.5	8.0	12.4	17.2	21.1	8.7
2008/09 R mm	40	48	41	47	55	72	23	36	194	557
2008/09 t °C	12.8	8.0	4.4	0.4	2.3	6.6	13.4	18.1	20.1	9.6
2009/10 R mm	138	63	98	34	82	39	100	84	136	774
2009/10 t °C	11.3	8.2	3.8	1.1	2.7	7.2	12.1	16.6	20.2	9.2
LTM R mm	58	89	50	42	38	48	54	86	83	548
LTM t °C	11.1	4.2	1.2	-0.2	1.7	6.8	11.5	16.8	19.6	8.1

The average air temperature during the 2007-2010 growing season was considerably higher than the long-term mean (LTM). The total rainfall during the 2009/10 growing season was about 41% above the LTM, and 34% and 39% above the values reported for 2008/09 and 2007/08, respectively. One part of the 2008 and 2009 growing seasons (April and May) was characterized by decreased rainfall and increased air temperatures relative to the LTM. Wheat yields on pseudogley soil are low and constrained by a range of agronomic and climate factors, with low soil fertility being one of major limiting factors. Unfavorable chemical properties can be improved by soil ameliorative operations (liming, phosphate fertilization and humification). In other words, the soil should be adapted to specific plant i.e. genotype requirements. The effect of chemical soil amendments on wheat grain yield on low-fertility soils was found to be considerably higher than that of genotype (Tab. 2). The test genotypes exhibited different responses to the low pH-induced stress. The data clearly show that cv. Nora (A<sub>3</sub>) gave a much higher yield as compared to the other cultivars, and produced the highest maximum grain yield (5.78 t ha<sup>-1</sup>). Yield differences among genotypes were also observed in the untreated control, with Planeta having the highest average grain yield (2.03 t ha<sup>-1</sup>). The combined use of lime, manure and NPK fertilizer had a significant effect on grain yield (Tab. 2). NPK fertilization (B<sub>2</sub>) induced a significant (112%) increase in grain yield as compared to the control. Fertilization with NPK at high phosphorus levels (B<sub>3</sub>) led to a significant yield increase in the test genotypes as compared to the other treatments.

Grain yields of winter wheat exhibited significant variations across years, being highest in 2009/10 which was marked by the highest amount of rainfall and the most favorable rainfall distribution during the growing period. The results obtained are consistent with those reported in our previous studies (Jelić et al., 2007; Jelić et al., 2009). Moreover, the marked effect of the treatment with NPK that had an increased phosphorus level was the result of a low level of available phosphorus in the soil due to its low pH. The positive effect of increased phosphorus rates on grain yield in winter wheat on acid soils was also previously observed (Soon, 1992; Kulhanek et al., 2007). Coefficients of correlation between soil chemical properties and wheat yield

parameters were also calculated (Tab. 3). The average grain yield in fertilized treatments was significantly positively correlated with humus content ( $r=0.43^*$ ) and soil  $P_2O_5$  ( $r=0.67^{**}$ ). Also, available phosphorus in the soil had a significant effect on grain number per ear and grain weight per ear ( $0.46^*$  and  $0.41^*$ , respectively). A significant positive correlation was also observed between soil pH and grain number per ear ( $r=0.35^*$ ), and between soil pH and grain weight per ear ( $r=0.42^*$ ). No significant correlation was found between harvest index and soil chemical properties. These results are in agreement with a previous study (Bashirov, 2009).

**Table 2. Average values of grain yield of winter wheat cultivars (t ha<sup>-1</sup>) (A- cultivar, B- fertilization treatment, C- years, AB-, AC-, BC-, ABC- interaction)**

Cultivar	Years	Fertilization treatments (B- control, B- NPK, B- NP.K, B- NPK + CaCO <sub>3</sub> + manure)				Average for years	Average for cultivars
		B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>		
Pobeda	2007/08	1.69	3.40	3.97	4.34	3.35	3.30
	2008/09	1.66	2.84	3.91	3.49	2.97	
	2009/10	1.93	3.84	4.51	4.05	3.58	
Planeta	2007/08	2.12	4.19	3.88	3.38	3.39	3.37
	2008/09	1.74	4.05	3.72	3.20	3.18	
	2009/10	2.23	4.30	4.10	3.53	3.54	
Nora	2007/08	1.88	4.44	5.18	5.06	4.14	4.13
	2008/09	1.63	4.08	4.96	4.70	3.84	
	2009/10	1.92	4.62	5.28	5.78	4.40	
Average		1.87	3.97	4.39	4.17	3.60	3.60
LSD	A	B	AB	C	AC	BC	ABC
5%	0.056	0.064	0.111	0.056	0.096	0.111	0.123
1%	0.074	0.085	0.148	0.074	0.128	0.148	0.256

**Table 3. Coefficients of correlation between different soil chemical characteristics and wheat productivity parameters for the fertilized treatments**

Soil characteristics	Productivity parameters			
	Yield (t ha <sup>-1</sup> )	Grain harvest index	Grain number/ear	Grain weight/ear (g)
pH	ns	Ns	0.35*	0.42*
Humus	0.43*	Ns	ns	ns
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.67**	Ns	0.46*	0.41*
K <sub>2</sub> O	ns	Ns	ns	ns
CaO	ns	ns	ns	ns
Al	ns	ns	Ns	-0.38*

ns- non-significant; \* statistically significant at  $p < 0.01$ ; \*\* statistically significant at  $p < 0.05$

**Table 4. Coefficients of correlation between soil chemical characteristics and grain yield of winter wheat genotypes for the fertilized treatments**

Soil characteristics	Genotypes		
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
pH	ns	ns	ns
Humus	ns	ns	ns
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.84**	ns	0.78**
K <sub>2</sub> O	ns	ns	ns
CaO	ns	ns	ns
Al	ns	ns	ns

ns- non-significant; \* statistically significant at  $p < 0.01$ ; \*\* statistically significant at  $p < 0.05$

A significant positive correlation was observed (Tab. 4) between soil  $P_2O_5$  content and grain yield of genotype A<sub>1</sub> ( $r=0.84^{**}$ ), as well as between  $P_2O_5$  and grain yield of genotype A<sub>3</sub> ( $r=0.78^{**}$ ). Genotype A<sub>2</sub> showed no significant correlation with  $P_2O_5$  content in the soil.

Wheat genotypes showed no response to the other soil chemical properties analyzed.

## Conclusions

The increased soil acidity and the low content of available phosphorus and humus in pseudogley soil are constraints to grain yield and productivity parameters in winter wheat. As compared to the control, the use of NPK fertilizer having a considerably higher phosphorus level and the combined ameliorative use of lime, manure and NPK fertilizer induced a significant (2.31-fold) increase in grain yield, grain number per ear (36%) and grain weight per ear (49%) in the test genotypes, particularly in 2009/2010. The correlation coefficients suggest that the highest yield response in wheat genotypes was produced by  $P_2O_5$  content, low pH and, in some cases, humus and mobile Al content in the soil. Among the soil properties analyzed, only the increase in soil  $P_2O_5$  content led to a significant increase in grain yield in Pobeda and Nora.

## References

- Bashirov, V. (2009): Correlation study between soil nutrient indices and yield of wheat and barley in the Ganjbasar region of Azerbaijan. *International Journal of Soil Science*, 4, 114-122.
- Benjamin J.G., Nielsen D.C., Vigil M.F. (2003): Quantifying effects of soil conditions on plant growth and crop production. *Geoderma*, 116, 137-148.
- Cai Z.C., Qin S.W. (2006): Dynamics of crop yields and soil organic carbon in a longterm fertilization experiment in the Huang- Huai-Hai Plain of China. *Geoderma*, 136, 708-715.
- Dugalić, G. (1998): Karakteristike kraljevačkog pseudogleja i iznalaženje mogućnosti za povećanje njegove produktivne sposobnosti. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet. Zemun.
- Jelić, M., Živanović-Katić, S., Milivojević, J., Nikolić, O. (2007): The effect of liming to small grains productive traits. XII Savetovanje o biotehnologiji, Vol. 12, 13, 339-345.
- Jelić, M., Paunović, A., Bokan, N., Madić, M., Biberdžić, M. (2009): Effect of fertilization and liming on grain yield of winter wheat on soil pseudogley. Zbornik radova "Poljoprivreda, lokalni razvoj i turizam", 63-69, Vrnjačka Banja.
- Pavan, M., A., Bingham, F. T., Pratt, P. F. (1982): Toxicity of aluminum to coffee in Ultisols and Oxisols amended with  $CaCO_3$  and  $CaSO_4$ . *Soil Science Society of America Journal*, v.46, 1201-1207.
- Kulhanek, M., Balik, J., Černý, J., Nedved, V., Kotkova, B. (2007): The influence of different intensities of phosphorus fertilizing on available phosphorus content in soil and uptake by plants. *Plant soil environ.*, Vol. 53, 9, 382-387.
- Manna M.C., Swarup A., Wanjari R.H., Ravankar H.N., Mishra B., Saha M.N., Singh Y.V., Sahi D.K., Sarap P.A. (2005): Long-term effect of fertilizer and manure application on soil organic carbon storage, soil quality and yield sustainability under sub-humid and semi-arid tropical India. *Field Crops Research*, 93: 264-280.
- Mead, R., Curnow, R. N., Hasted, A. M. (1996): *Statistical methods in agriculturae and experimental biology*. Chapman&Hall. London.
- Soon, Y. K. (1992): Differential response of wheat genotypes to phosphorus in acid soils. *J. Plant Nutr.*, 15, 513-526.
- Stevanović, D., Jakovljević, M., Martinović, Lj. (1995): Rešavanje problema kiselih zemljišta Srbije-preduslov povećanja proizvodnje hrane i zaštite zemljišta. Savetovanje »Popravka kiselih zemljišta Srbije primenom krečnog đubriva »Njival Ca«, Zbornik radova, Paraćin, 7-21.
- Sumner, M., E. (2004): Food production on acid soils in the developing world: problems and solutions. Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Symposium on Plant-Soil Interactions at Low pH. Matsumoto H. Sendai, Japan, 2-3.

sa2012\_0509

# A drought assessment survey of Hungarian soils

Márton JOLÁNKAI, Csaba GYURICZA, Ákos TARNAWA, Barnabás PÓSA, Márta BIRKÁS

Szent István Egyetem, 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1. Hungary  
(e-mail: Jolankai.Marton@mkk.szie.hu)

## Abstract

Drought is a physiological water stress causing irreversible changes in live structures. An assessment study has been conducted at the Szent Istvan University, Gödöllő to evaluate and identify the main factors of drought. The results obtained suggest, that the genetic type of soils provides less information in comparison with water management categories. From among water management categories infiltration rate and water retention are the most influential properties, however their impact may be modified by permeability, hydraulic conductivity and field capacity properties of the given soil. The depth of groundwater is a most influential factor in drought assessment of an agricultural region, however its relation with drought indices is highly affected by the water management properties of the very soil. PAI (Pálfai Drought Index.) index proved to be a reliable indicator regarding aridity and water scarcity conditions of an agro-ecological site.

Key words: drought, water availability, PAI drought index

## Introduction

Water deficiencies of live systems trend from scarcity to drought. Drought is a physiological water stress causing irreversible changes in live structures (Várallyay 2006, Jolánkai et al 2011). Drought is the result of an extended period of months or years when a region notes a deficiency in its water supply. Generally, this occurs when a region receives consistently below average precipitation. It can have a substantial impact on the ecosystem and agriculture of the affected region. Although droughts can persist for several years, even a short, intense drought can cause significant damage and harm the local economy.

Definition of droughts can be assessed in three main ways:

- (1) Meteorological drought is brought about when there is a prolonged period with less than average precipitation. Meteorological drought usually precedes the other kinds of drought.
- (2) Agricultural droughts are droughts that affect crop production or the ecology of the area. This condition can also arise independently from any change in precipitation levels when soil conditions and erosion triggered by poorly planned agricultural endeavours cause a shortfall in water available to the crops. However, in a traditional drought, it is caused by an extended period of below average precipitation.
- (3) Hydrological drought is brought about when the water reserves available in sources such as aquifers, lakes, and reservoirs fall below the statistical average. Hydrological drought tends to show up more slowly because it involves stored water that is used but not replenished. Like an agricultural drought, this can be triggered by more than just a loss of rainfall.

Drought can only be handled by appropriate management techniques; by reliable land use and sound soil tillage systems (Birkás et al. 2008, Jolánkai-Birkás 2010). The identification of drought is rather complicated since water availability of any live systems can be assessed only by polifactorial methods. Long term database evaluations may help to find reliable indicators for drought.

The present study focuses on drought processes and trends regarding the soils of Hungary.



**Materials and methods**

An assessment study has been conducted at the Szent István University, Gödöllő to evaluate and identify the main factors of drought. In the survey databases of the Hungarian Meteorological Service (OMSZ) and the Ministry of Rural Development (FVM and recently VM) have been used (FVM 2010, OMSZ 2011). The use of Pálfai Drought Index (PAI) has been tested during the survey (Pálfai 2010). Soil maps of Hungary designed by RISSAC were used in the assessment processes (Várallyay 2006). PAI values have been evaluated in a context of long term databases from 1931 to 2010. Regional evaluations were done respecting the databases of 12 meteorological stations chosen randomly to represent most of the regions of the territory of Hungary (Vermes 2011).

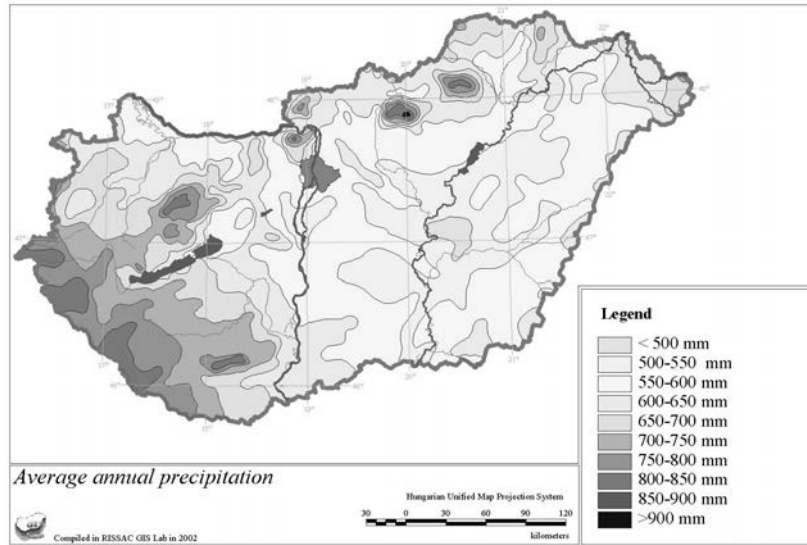


Figure 1. Average annual precipitation of Hungary (1961-1999)

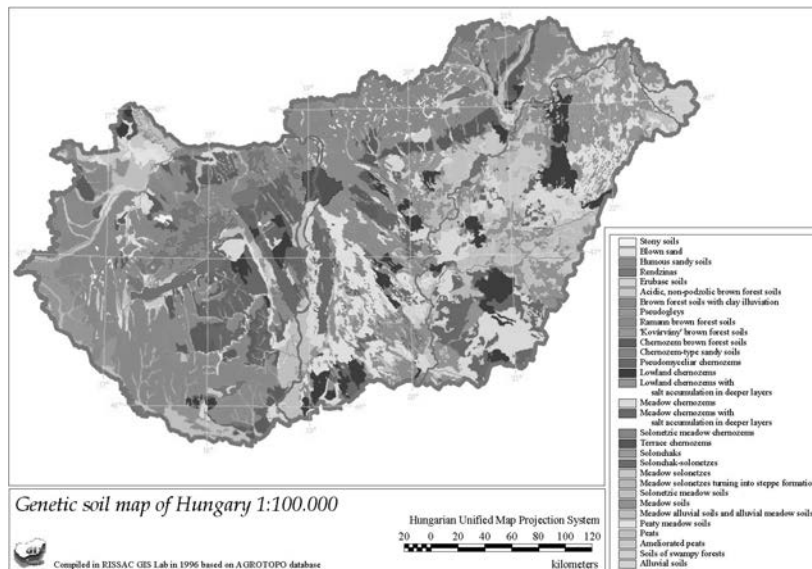


Figure 2. Genetic soil map of Hungary

**Results**

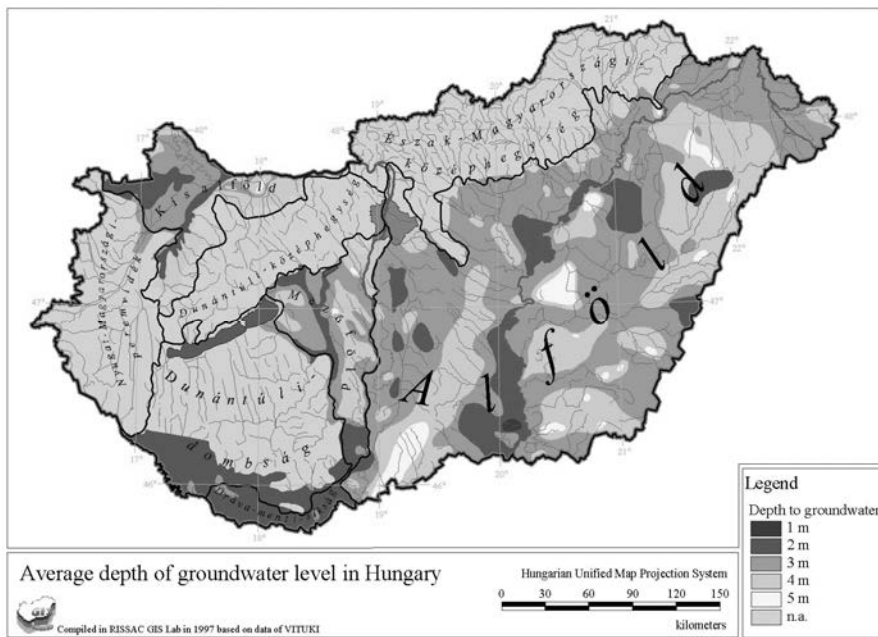
The results of the survey suggest, that drought is a multifactorial phenomenon that can be assessed by complex evaluations only. However drought is induced basically by the deficiencies of water input within an ecosystem, rainfall, temperature, soil water management characteristics highly influence physiological drought processes.

**Table 1. Regional averages of PAI drought index based on a time range of 1961-2009 years at 12 Hungarian meteorological stations.**

Met Station	PAI (°C/100 mm)	Annual precipitation (mm)	Groundwater depth (m)	Infiltration rate (IR)	Water retention (WR)
Békéscsaba	5.47	550-600	3	low	high
Budapest	5.85	550-600	3	moderate	good
Debrecen	4.91	550-600	1	good	good
Miskolc	4.18	600-650	4	good	good
Mosonmagyaróvár	4.69	550-600	3	good	good
Nagykanizsa	3.79	750-800	na	moderate	good
Nyíregyháza	5.23	500-550	4	high	very poor
Pécs	4.22	750-800	2	moderate	good
Siófok	5.07	550-600	3	good	good
Szeged	5.88	500-550	2	low	high
Szolnok	6.02	500-550	1	moderate	good
Szombathely	3.79	800-850	na	moderate	good
Mean	4.92				

Na – not applicable

Figure 1. is presenting the average annual precipitation spatial distribution of Hungary. It can be seen, that amount of precipitation varies from less than 500 mm to values exceeding 900 mm annually, according to regions of Hungary. Figure 2. is giving a summary on the major genetic types of soils of the country. As it can be seen, regardless to the 33 various subformations, there are 7 major groups within soil classification: brown forest soils, chernozems, floodplain soils, meadow soils, sandy soils, salt affected soils and organic soils. Type of soils could be less correlated to drought processes.



**Figure 3. Average depth of groundwater level in Hungary**

## A drought assessment survey of Hungarian soils

Table 1 comprises figures and gradings of PAI indices over 12 locations in Hungary with respective water budget modification characteristics. The 50 years PAI averages do not correlate with the precipitation ranges of the respective period. It can be assumed, that this discrepancies may be induced by soil water management categories as well as the average depth of ground water levels values (Figures 3 and 4).

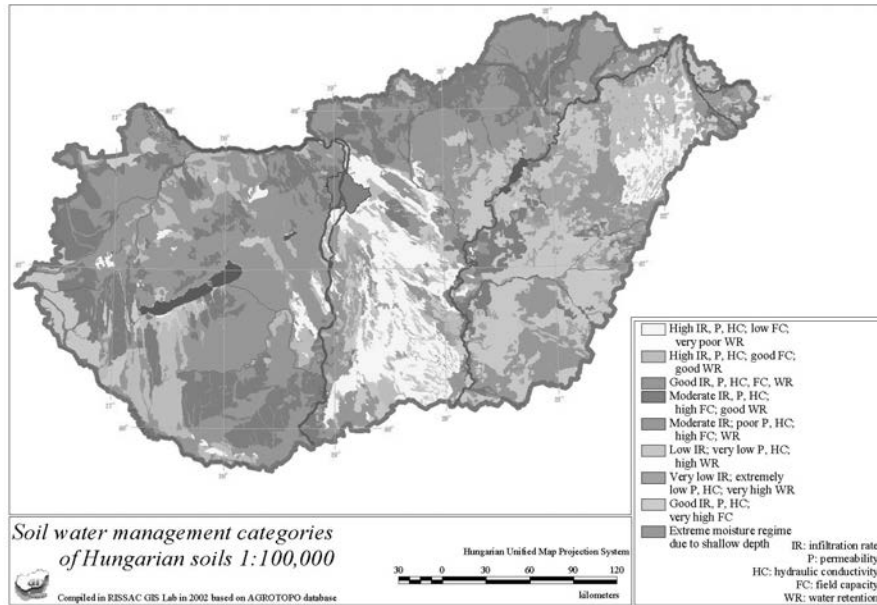


Figure 4. Soil water management categories

### Conclusions

The genetic type of soils provides less information in comparison with water management categories.

From among water management categories infiltration rate and water retention are the most influential properties, however their impact may be modified by permeability, hydraulic conductivity and field capacity properties of the given soil.

The depth of groundwater is a most influential factor in drought assessment of an agricultural region, however its relation with drought indices is highly influenced by the water management properties of the respective soil.

PAI drought index is a reliable indicator regarding aridity and water scarcity conditions of an agro-ecological site.

Table 2. The PAI drought index national mean value based on data of 68 met stations in the time range of 1931-2010.

Year	PAI mean value °C/100mm	Year	PAI mean value °C/100mm
1931	6,47	1971	5,40
1932	5,82	1972	3,66
1933	4,49	1973	4,95
1934	5,56	1974	3,74
1935	8,24	1975	2,80
1936	3,97	1976	6,05
1937	3,97	1977	3,49
1938	4,04	1978	2,73
1939	5,10	1979	4,00
1940	1,78	1980	3,05
1941	3,00	1981	4,28
1942	4,27	1982	3,90
1943	5,88	1983	6,86
1944	3,01	1984	5,35
1945	5,81	1985	4,51
1946	7,44	1986	5,38
1947	6,96	1987	4,97
1948	4,26	1988	5,84
1949	5,11	1989	4,16
1950	7,63	1990	8,87
1951	3,57	1991	4,01
1952	10,52	1992	10,16
1953	3,07	1993	9,00
1954	3,58	1994	7,89
1955	2,59	1995	5,80
1956	4,18	1996	4,69
1957	4,24	1997	3,62
1958	5,12	1998	4,42
1959	3,80	1999	2,80
1960	4,27	2000	8,14
1961	5,77	2001	4,95
1962	6,32	2002	6,82
1963	4,98	2003	10,48
1964	5,32	2004	5,02
1965	2,45	2005	2,96
1966	2,51	2006	4,11
1967	5,46	2007	8,98
1968	6,18	2008	4,60
1969	4,02	2009	6,49
1970	2,53	2010	3,32

## References

- Birkás M., Jolánkai M., Kisić I., Stipesević B. (2008): Soil tillage needs a radical change for sustainability. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 73. 3. 131-136 pp.
- FVM (2010): Hungarian agriculture and food industry in figures. Ministry of Agriculture and Rural Development. [www.fvm.hu](http://www.fvm.hu)
- Jolánkai M., Birkás M. (2009): Climate change and water availability in the agro-ecosystems of Hungary. *Columbia University Seminars*. 38-39. 171-180 pp.
- Jolánkai M., Kren J., Smutny V., Birkás M. (2011): Land use system analysis approach. *Proceedings. 46<sup>th</sup> Croatian – 6<sup>th</sup> International Symposium on Agriculture. Opatija*. 102-106 pp.
- OMSZ (2011): Some characteristics of the climate of Hungary 1901-2005. [www.met.hu](http://www.met.hu)
- Pálfai I. (2010): A 2010. évi belvíz hidrológiai értékelése. (Evaluation of water logging of the 2010 year). *KLÍMA-21 Füzetek*, 61. 43-51 pp.
- Várallyay, G. (2006): Soil degradation processes and extreme soil moisture regime as environmental problems in the Carpathian Basin. *Agrokémia és Talajtan*. 55. (1-2) 9-18 pp.
- Vermes L. /Ed./ (2011): *Aszálystratégia (Drought strategy)*. Manuscript VM, Budapest. 43 p.

sa2012\_0510

# The effect of ameliorative tillage on some important soil physical properties and grain yield of sunflower, maize and winter wheat

Dušan KOVAČEVIĆ<sup>1</sup>, Snežana OLJAČA<sup>1</sup>, Željko DOLIJANOVIĆ<sup>1</sup>, Života JOVANOVIĆ<sup>2</sup>, Irena JUG<sup>3</sup>, Danijel JUG<sup>3</sup>, Bojan STIPESEVIĆ<sup>3</sup>, Vesna MILIĆ<sup>4</sup>

<sup>1</sup>University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 11080 Zemun, Serbia (e-mail: dulekov@agrif.bg.ac.rs)

<sup>2</sup>Maize Research Institute Zemun Polje, Serbia

<sup>3</sup>Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agriculture, Kralja Petra Svačića 1d, 31000 Osijek, Croatia

<sup>4</sup>University of East Sarajevo, Faculty of Agriculture, Bosnia and Herzegovina

## Abstract

The paper deals with the effects of ameliorative tillage on some important properties of soil and grain yield sunflower, maize and winter wheat. The trial was carried out at the Maize Research Institute "Zemun Polje" experimental fields in village Krnješevci near Belgrade on meadows chernozem soil type. The following ameliorative and conventional tillage systems were included in investigations:

1. Ameliorative tillage system - (ATS) – includes new types machines for field systematisation-scrappers (USM 5) in autumn, drainage plow on the depth 60-80 cm, and subsoiling with heavy vibratory subsoiler (VR 5) on 30-35 cm depth. After basic tillage soil was prepared for seeding with preparation by disking and harrowing
2. Conventional tillage - (CT) - in this case control includes ploughing to the depth of 30-35 cm + presowing preparation by disking and harrowing.

After those ameliorative measures first crops in 2008 yr were maize and sunflower. Third crop in 2009/2010 were winter wheat.

The following soil properties were studied: bulk density, total porosity, moisture weight and volume percent, and total water content in different layers in m<sup>3</sup>, in tillering stage of winter wheat on the different depth 0-10cm; 10-10cm; 20-30cm.

Ameliorative tillage systems have aftereffect for all investigated properties of soil on this heavy soil type compared with control. This tillage system increase significantly grain yield sunflower, maize and winter wheat compared with conventional tillage systems.

Key words: ameliorative tillage, conventional tillage, physical properties of soil, grain yield, sunflower, maize, winter wheat

## Utjecaj meliorativne obrade na važnija fizikalna svojstva tla i urod suncokreta, kukuruza i ozime pšenice

### Sažetak

Ispitivanje utjecaja sustava meliorativne obrade tla zasnovanog na novim konstrukcijskim rješenjima i tehnologiji (ravnanje tla + podrivanje krtičnim plugom + vibracijsko podrivačko oruđe) na fizikalna svojstva tla i urod suncokreta, kukuruza i ozime pšenice obavljeno je na površinama Instituta za kukuruz "Zemun Polje" u Krnješevcima tijekom 2007., 2008., i 2009.

godine. Nasuprot melioriranoj površini, na kontrolnoj površini na istom tlu s dva ista usjeva s konvencionalnom obradom, nije obavljena meliorativna obrada tla.

Praćen je utjecaj meliorativnog sustava obrade tla na važnija fizikalna svojstva tla, prije prve međuredne kultivacije kod suncokreta i kukuruza i utjecaj produženog djelovanja u narednom usjevu, ozimoj pšenici, u fazi punog busanja.

Ostvareni rezultati ukazali su na postojanje brojnih statistički signifikantnih razlika fizikalnih svojstava na melioriranom tlu u usporedbi s kontrolnom varijantom. Gornji dijelovi oraničnog sloja tla su rastresitiji na melioriranoj varijanti, što omogućuje lakše prihvaćanje veće količine vode i njen brži transport u dublje slojeve.

Primijenjene mjere imale su pozitivan utjecaj na urod usjeva suncokreta i kukuruza u drugoj i ozime pšenice u trećoj godini ispitivanja.

Ključne riječi: meliorativna obrada tla, konvencionalna obrada, fizikalna svojstva tla, urod, suncokret, kukuruz, ozima pšenica

## Introduction

Soils with heavy mechanical texture require processing system that ensures conservation of natural resources of fertility and prevents soil degradation processes, especially in terms of optimization of energy use, action and water. A large number of researchers who have studied this type of soil, point out that soil heavy texture possess a number of specific characteristics, especially the unfavorable physical and water-air properties. Bearing in mind that in Serbia we have more than 400.000 ha of soil heavy mechanical texture and approximately 1 million hectares of degraded soil in different ways, this kind of researches are important and useful from the standpoint of science, and even more from the point of using this research into practice (Hadas, 1997; Kovačević et al., 2009; Ercegović et al., 2010). In the researched areas, an important and limiting factor for the successful production is over-wetting of the soil. This fact does not allow the respect optimum time for application cultural measures like tillage, seeding, and normal conditions for growth and development of plants or crop-harvesting. Poor infiltration or permeability of soil is the reason of waterlogging, which leads to suppression of crops, lack of normal operation of machinery (jamming and deterioration of the tractor up to the height of the wheels on some depressions).

## Materials and methods

Investigation of the effect of new types of machines and tools were made in the production areas of the Maize Research Institute, Zemun Polje, O.D. Krnjesevci in Krnješevci, on meadow loamy chernozem soil type. The experiment was conducted during 2008, 2009 and 2010 on the experimental plot, area 45.68 ha, was set experimental and control plots.

Two variations of soil tillage were examined:

Variant 1 – Ameliorative tillage system (ATS) by using the new types of machines – leveling with soil leveling scraper, then for manufacture of drainage channels was used drainage plough DP-4 at a depth of 60-80 cm. The distance between the drainage channels was 5 m, processing by using vibrating subsoiler VR-5 at a depth of 50 cm and at the end seedbed preparation of the soil with disc harrowing and harrowing.

Variant 2 - Control. Conventional tillage system (CTS). Basic tillage with mouldboard plough and seedbed preparation of the soil with disk harrow and harrowing.

This type of soil preparation was done in the second year of investigation (2009, while on the third year (2010) were applied conventional basic (mouldboard plough) and seedbed tillage methods (disc harrow and harrow) on the experimental and on the control plot. The effects of prolonged application of ameliorative tillage methods were examined in this way, by using the new types of machines.

For production year 2009 the experimental plots were set up for two crops: sunflower - hybrid Albatre, and maize - hybrid ZP SC 360 Ultra. For production year 2010 experimental and control plot was set up for one culture winter wheat - NS cultivar Dragana.

**The effect of ameliorative tillage on some important soil physical properties and grain yield of sunflower, maize and winter wheat**

Undisturbed soil samples were taken with cylinders Kopecky (100 cm<sup>3</sup>) after the first inter-row cultivation maize and sunflowers in 2009 yr and in third investigated year (2010) in full tillering of winter wheat. Samples were taken from three depths: 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm in four replications for each depth.

During the testing following standard methods JDPZ were used (Bosnjak et al., 1997): bulk density with cylinders of 100 cm<sup>3</sup> and Kopecky method; Specific mass with Albert-Bogs method; Total porosity - is calculated from the Bulk and Specific mass; and the Amount of water according to the formula

$$W = \frac{(10.000 \cdot h \cdot v \cdot b)}{100}$$

W – Water content in soil, m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>,

h – Thickness of soil, m,

v – Bulk density, g cm<sup>3</sup>,

b – Soil moisture, wt %.

The grain yield of the sunflower, corn and winter wheat was used for analysis in four replications.

All data for soil properties and grain yield were analyzed using the statistic method - analysis of variance. For individual comparisons it was used the LSD test.

**Results and discussion**

The data shows at the end of beginning year less amounts of precipitation in autumn and winter months. Good distribution of rainfall in spring and early summer followed the same time a relatively high average monthly air temperature at all growth stages of sunflower and maize but after that we can see two short dry periods. High precipitation in autumn, winter and early spring 2010 were a reason to waterlogging on the control variant (Fig.1).

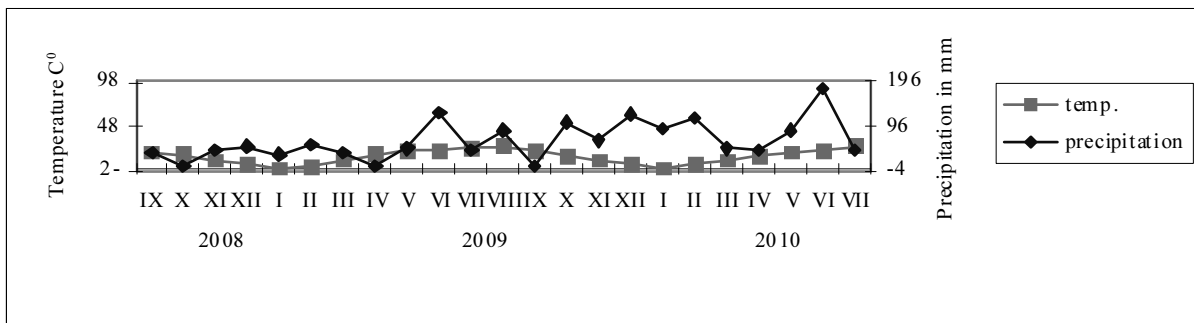


Figure 1. Climatediagram for meteorological conditions in Krnjesevci near Belgrade

The results of the effect of ameliorative tillage on some important properties of soil are shown in Table1.

Ameliorative tillage with new types of machines was obtained a significantly lower bulk density in compared with control. In the first period of research there is a significant difference between the two examined variations and the examined depth, except the third (20-30 cm). Greater soil loosening in the experimental area can be seen from the higher porosity. Higher porosity allows better air flow and rapid infiltration of water. This can be seen from the moisture content. Higher moisture content on the control variants is a result of higher density of individual layers. The total amount of water has significantly contributed to this. It can be seen that the control variation at all depths has higher amount of water. In loam soils it does not mean and higher availability of water. This circumstance at higher rainfall could be the limit for fast water flow. Tillage system that was used, was consisted of leveling of the field, of undermining with the drainage plough and of tillage with vibrating subsoiler, has resulted in an increased soil loosening as we can see from significantly lower values of bulk density, higher total porosity and a better connection between the solid, liquid and gaseous phases.

Table 1. Effects of tillage system on physical properties of soil after first interrow cultivation in maize and sunflower

Variants (A)	Depth in cm (B)	Bulk density g cm <sup>3</sup>	Total porosity %	Max. water Content, % vol.	% moisture		Amount of water m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>
					vol.	weight	
ATS	(b) 0-10	1.08	57.8	40.6	27.1	21.9	714
(a)	(b) 10-20	1.34	48.5	41.2	27.8	20.9	837
	(b) 20-30	1.35	48.7	36.6	29.7	21.9	892
Average	0-30	1.26	51.6	39.5	28.2	21.6	814
CTS	(b) 0-10	1.44	43.9	34.4	29.6	20.6	888
(a)	(b) 10-20	1.42	45.6	37.1	34.9	24.5	1042
	(b) 20-30	1.42	45.6	36.1	28.4	20.0	851
Average	0-30	1.43	45.0	35.8	31.3	21.9	927
LSD A	0.05	0.038	1.476	1.980	4.736	0.724	32.376
	0.01	0.053	2.069	2.775	6.641	1.014	45.393
LSD B	0.05	0.054	2.087	2.780	6.698	1.023	45.787
	0.01	0.076	2.926	3.925	9.391	1.435	64.195
LSD AB	0.05	0.076	2.952	3.959	9.473	1.447	64.754
	0.01	0.108	4.139	5.551	13.281	2.289	90.786

Table 2. Effects of different tillage system on soil properties in full tillering of winter wheat

Variants (A)	Depth in cm (B)	Bulk density g cm <sup>3</sup>	Total porosity %	Max. water content, % vol.	moisture % vol.	Amount of water m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>
ATS	(b) 0-10	1.31	51.4	40.5	36.7	482.9
(a)	(b) 10-20	1.36	48.1	38.7	34.1	984.2
	(b) 20-30	1.37	51.2	38.4	32.5	1336.2
Average	0-30	1.35	50.2	39.2	34.4	∑ 2803.3
CTS	(b) 0-10	1.32	50.2	39.5	34.9	459.0
(a)	(b) 10-20	1.43	48.7	38.2	35.6	1015.6
	(b) 20-30	1.42	49.2	37.5	33.6	1439.3
Average	0-30	1.39	49.4	38.4	34.7	∑ 2913.9
LSD A	0.05	0.068	2.514	1.971	0.984	84.456
	0.01	0.096	3.525	2.763	1.379	118.409
LSD B	0.05	0.097	3.556	2.787	1.391	119.439
	0.01	0.136	4.985	3.907	1.951	167.456
LSD AB	0.05	0.138	5.029	3.942	1.967	168.912
	0.01	0.193	7.050	5.526	2.758	236.818

Table 3. Effects of different tillage system on grain yield sunflower, maize and winter wheat

Sunflower (t ha <sup>-1</sup> )		Maize (t ha <sup>-1</sup> )		Winter wheat (t ha <sup>-1</sup> )	
Conventional tillage system	Ameliorative tillage system	Conventional tillage system	Ameliorative tillage system	Conventional tillage system	Ameliorative tillage system
3.716	3.990	7.998	8.627	3.550	4.170
LSD 0.05	0.143		0.359		0.365
LSD 0.01	0.217		0.544		0.606

The soil properties were repaired in the first year and it became more favorable habitat for growing crops, also, it should be noted and the prolonged effect on the other crops (winter wheat in third year of investigations 2010 (Table 2).

Ameliorative tillage systems have aftereffect for all investigated properties of soil on this heavy soil type compared with control. This tillage system increase significantly grain yield sunflower 0.274 t ha<sup>-1</sup> and maize 0.629 t ha<sup>-1</sup> in the second year of investigated period and also too grain yield of winter wheat 0.620 t ha<sup>-1</sup> compared with control. (Table 3).

### Conclusion

All the investigated soil physical and water characteristics have been significantly repaired. This ameliorative tillage system (ATS) had beneficial effect on soil loosening. Repaired soil characteristics, reduced



## **The effect of ameliorative tillage on some important soil physical properties and grain yield of sunflower, maize and winter wheat**

compaction, in the first year are more favorable habitat for grown crops of sunflower and maize and for winter wheat in the second year.

The results of our investigation show that yield grain of sunflower, maize and winter wheat on ameliorative tillage was higher compared with conventional tillage (CT) as a control on the same soil type.

### **References**

- Bošnjak, Dj. eds. (1997): Metode istraživanja i određivanja fizičkih svojstava zemljišta. Komisija za fiziku zemljišta. Jugoslovensko društvo za proučavanje zemljišta. Novi Sad. 1-278 pp.
- Ercegovic, Dj., Gligorevic, K., Kovacevic, D., Raicevic, D., Vukic, Dj., Oljaca, M., Pajic, M., Radojevic, R. (2010): Research results of long-term use of new line of machines and tools for land surface and depth arrangement. Journal of Agricultural Sciences. Vol. 55. No.2.,165-183 pp. Belgrade.
- Hadas, A. (1997): Soil tilth-the desired soil structural state obtained through proper soil fragmentation and reorientation processes. Soil and Tillage Research. 43.7: 1-40pp.
- Kovačević, D., Dolijanović, Ž., Jovanović, Ž., Kolčar, D. (2009b): Uticaj meliorativne obrade zemljišta na razvoj korenovog sistema, zakorovljenost, morfološke i produktivne osobine suncokreta i kukuruza. Poljoprivredna tehnika. Godina XXXIV. N°2. Beograd. pp. 15-26.

### **Acknowledgments**

This work was supported by Ministry of Sciency and Techological Development R. Serbia. Project (TR-31066)

**sa2012\_0511**

# Utjecaj veličine vegetacijskog prostora u proizvodnji na elemente prinosa šećerne repe

Andrija KRISTEK<sup>1</sup>, Suzana KRISTEK<sup>1</sup>, Manda ANTUNOVIĆ<sup>1</sup>, Ivana VARGA<sup>1</sup>,  
Zdenko BESEK<sup>2</sup>, Javor KATUŠIĆ<sup>2</sup>, Renata GLAVAŠ-TOKIĆ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Trg Sv. Trojstva 3, 31000 Osijek, Hrvatska  
(e-mail:akristek@pfos.hr)

<sup>2</sup>Sladorana d.d., Šećerana 63, 32270 Županja, Hrvatska

<sup>3</sup>Kandit Premijer d.o.o. Frankopanska ulica 99, 31000 Osijek, Hrvatska

## Sažetak

U poljskim pokusima na četiri tipa tla različite plodnosti utvrđivan je optimalni sklop četiri hibrida šećerne repe. Istraživali smo šest gustoća (59.000, 77.000, 97.000, 108.000, 118.000, 139.000 biljaka ha<sup>-1</sup>) u vremenskim uvjetima 2011. god. koju su obilježile visoke temperature i vrlo mala količina padalina. Najveći prinos korijena 79,85 t ha<sup>-1</sup> i čistog šećera 11,39 t ha<sup>-1</sup> dobiven je pri sklopu od 108.000 biljaka ha<sup>-1</sup>. Zbog vrlo suhog tla u vađenju, dobivene su male razlike u sadržaju šećera između istraživanih varijanata. Jedino je kod 108.000 i 118.000 biljaka ha<sup>-1</sup> ostvarena značajno veća digestija u odnosu na najmanji istraživani sklop.

Ključne riječi: šećerna repa, tip tla, gustoća sjetve, prinos, kvaliteta

## Influence of additional space on elements of yield in sugar beet production

### Abstract

By setting up the field trials on four soil types that differed in fertility and stability with 4 new sugar beet hybrids sown in different plant numbers, the aim our study was to determine optimal plant spacing in production of sugar beet. We have investigated 6 different plant spacings (from 59.000–139.000 plants ha<sup>-1</sup>) in 2011, when weather conditions were characterized with high temperatures and very low amount of precipitation. The highest sugar beet root yield of 79.85 t ha<sup>-1</sup> and pure sugar yield of 11.72 t ha<sup>-1</sup> were obtained with plant spacing of 108.000 plants ha<sup>-1</sup>. Due to very dry soil during sugar beet digging, the differences in sugar content were not significant. Exceptionally, plant spacings of 108.000 and 118.000 thousands plants ha<sup>-1</sup> obtained the significant difference in sugar content when compared to smallest plant spacing tested.

Key words: sugar beet, soil type, seed sowing density, yield, quality

### Uvod

Nepravilan raspored i nedovoljan broj biljaka po jedinici površine je iznimno važan problem u proizvodnji šećerne repe i jedan od čestih razloga loših proizvodnih rezultata u našoj zemlji. Veliki je broj čimbenika koji utječu na ostvareni raspored biljaka u redevu i broj biljaka po hektaru. Tako, Çakmakçı et al., (1998.), Tahisn i Hali, (2004.) te Jurišić i Kristek, (2011.), navode da razmak u redu, osim gustoće sjetve, ovisi o kvaliteti tla, gnojidbi, genotipu, prirodnom prorjeđivanju, predsjetvenoj pripremi tla i načinu dorade sjemena. Ismail i Allam (2007.) navode da povećanje broja biljaka od 70.000 na 105.000 po hektaru značajno povećava digestiju, čistoću soka, ekstrakciju šećera te u konačnici prinos čistog šećera. S druge strane, Lauer (1995.)

iznosi da vegetacijski prostor ne utječe značajno na prinos korijena, dok je povećanjem broja biljaka po jedinici površine primjetno povećanje digestije, no dobivena razlika nije bila statistički značajna. Masri (2008.) je dobio značajno pozitivan učinak povećanja gustoće biljaka, od 87.500 do 100.000 biljaka po hektaru i to u povećanju prinosa korijena, digestije i prinosa čistog šećera, dok je istovremeno došlo do značajnog smanjenja udjela melasotvornih tvari. Söğüt i Anoğlu (2004.) istražujući različite gustoće sjetve navode da je najveći prinos korijena i šećera postignut kod 116.000 biljaka ha<sup>-1</sup>. Kako neka novija istraživanja, a i iskustva u širokoj proizvodnji, upućuju da se optimalni broj biljaka u proizvodnji šećerne repe uz sadašnju agrotehniku nalazi negdje iznad 100.000 biljaka ha<sup>-1</sup>, te je cilj rada bio utvrditi optimalni broj biljaka u proizvodnji novih hibrida šećerne repe.

### Materijal i metode rada

Istraživanja su provedena postavljanjem poljskih pokusa u 2011. godini. Pokusi su bili postavljeni po split blok metodi u četiri ponavljanja na četiri lokacije (Dalj, Soljani, Vrbanja, Gundinci), odnosno 4 tipa tla različite pogodnosti za proizvodnju šećerne repe (Tablica 1.).

Sjetva je izvršena u optimalnom roku (Tablica 2.) korištenjem sjemena četiri hibrida i to dva (Colonia i Serenada) firme KWS i dva (Danton i Fred) firme Strube. Sjetva je obavljena na tri različita razmaka u redu: 13,5; 15,7 i 17,5 cm. U sjetvi je korišteno specijalno dorađeno sjeme po EPD (KWS) i 3D plus (Strube) metodama. Tehnologija proizvodnje šećerne repe u pokusima bila je standardna kao i u redovnoj proizvodnji (Tablica 2.) U fazi 2-4 lista (prva dekada svibnja) izvršeno je uređenje sklopa i formiranje 6 različitih gustoća za svaki hibrid. Veličina osnovne parcele u vađenju iznosila je 10 m<sup>2</sup>. U vađenju je ostvaren prosječni broj biljaka (za sve hibride i lokacije) od 139, 118, 108, 97, 77 i 59 tisuća biljaka po hektaru uz odstupanje do 5%. Vađenje repe je obavljeno ručno. Nakon vađenja repe utvrđen je prinos korijena. U „Venema“ laboratoriju tvornice šećera Sladorana d.d. Županija i Kandidat Premijer d.o.o. Osijek određeni su: čistoća repe, digestija, sadržaj K, Na i alfa-amino N po standardnim metodama. Na osnovu tih pokazatelja prema Braunschweigerovim formulama izračunat je prinos čistog šećera po hektaru, šećer u melasi, iskorištenje šećera na repu i digestiju. Sva mjerenja izvršena su odvojeno za svaki hibrid i gustoću, no ovdje zbog nedostatka prostora i činjenice da su istraživani hibridi reagirali vrlo slično na promjenu broja biljaka, prikazani su prosječni rezultati za sva četiri hibrida.

Tablica 1. Kemijske osobine i tipovi tala pokusnih površina

Lokacija	Tip tla	pH u KCl	Humus (%)	mg/100g tla	
				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Dalj	černozem	6,21	2,43	21,01	37,47
Soljani	ritska crnica	7,12	2,61	21,45	17,31
Vrbanja	lesivirano smeđe	6,59	1,68	11,94	16,13
Gundinci	lesivirano pseudoglejno	5,20	1,30	8,91	13,35

Tablica 2. Provedene agrotehničke mjere na pokusnim površinama

Lokacija	Gnojidba kg/ha <sup>1</sup>			Datum		Broj tretiranja u zaštiti od	
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	sjetve	vađenja	Korova	<i>C. beticola</i>
Dalj	181	80	120	25. 03.	18. 10.	4	3
Soljani	164	138	188	30. 03.	13. 10.	3	2
Vrbanja	179	158	218	26. 03.	10. 10.	3	3
Gundinci	150	100	150	05. 04.	12. 10.	3	2

Vremenske prilike u 2011. godini znatno su odstupale od višegodišnjeg prosjeka. U vegetaciji šećerne repe u Osijeku (koji ima centralno mjesto u odnosu na istraživane lokacije), a slično je bilo i na svim istraživanim lokacijama, palo je samo 274,4 mm kiše što čini tek 67% od dugogodišnjeg prosjeka. Istovremeno je prosječna temperatura zraka u vegetaciji bila za 1,6° C iznad dugogodišnjeg prosjeka i iznosila je 18,1°C. Ipak, treba istaći da vremenske prilike tijekom čitave vegetacije nisu bile nepovoljne za rast i razvoj šećerne repe što je utjecalo na relativno dobar proizvodni rezultat (Tablica 3.).

Tablica 3. Mjesečne količine oborina (mm) i srednje mjesečne temperature zraka (°C) za Osijek u vegetaciji šećerne repe

Mjesec	Mjesečna količina oborina (mm)			Srednja mjesečna temperatura zraka (°C)		
	Prosjeak 1961. – 1990.	2011. god. % od prosjeka	2011.	Prosjeak 1961. – 1990.	2011. god. + ili - /prosjeaka	2011.
III	44,8	83	37,2	6,1	+0,3	6,4
IV	53,8	37	19,9	11,3	+1,9	13,2
V	58,5	137	80,1	16,5	+0,2	16,7
VI	88,0	57	50,2	19,4	+1,3	20,7
VII	64,8	114	73,9	21,1	+1,1	22,2
VIII	58,5	9	5,3	20,3	+2,8	23,1
IX	44,8	36	16,1	16,6	+3,7	20,3
X	41,3	70	28,9	11,2	-0,6	10,6
Ukupno	409,7	67	274,4	-	-	-
Prosjeak	-	-	-	16,6	+1,6	18,1

### Rezultati i rasprava

Nicanje repe u pokusima 2011. godine uslijedilo je brzo i to najranije u Dalju 06. 04., a najkasnije 15. 04. u Gundincima. Veća poljska klijavost (95-98%) dobivena je na černozeu i lesiviranom smeđem tlu, a manja (76-79%) na ritskoj crnici i lesiviranom pseudoglejenom tlu. U vađenju, u prosjeku za sva četiri pokusa, ostvareno je 99.790 biljaka po hektaru, prosječni prinos korijena od 76,02 t ha<sup>-1</sup>, sadržaj šećera 16,53%, odnosno prosječni prinos čistog šećera 10,84 t ha<sup>-1</sup>. Ostvareni su vrlo dobri proizvodni rezultati, uzmemo li u obzir rezultate u proizvodnji šećerne repe u ranijem razdoblju te suhu i vruću godinu. Najveći prosječni prinos korijena (Tablica 4.) ostvaren je na černozeu u Dalju (86,71 t ha<sup>-1</sup>), a najmanji (53,94 t ha<sup>-1</sup>) u Gundincima na lesiviranom pseudoglejenom tlu.

Najveći prosječni sadržaj šećera u repi (Tablica 5.) izmjeren je na lokalitetu Gundinci (17,50%) zatim na lokalitetu Soljani (16,69) i Vrbanja (16,64%), a najniži sadržaj šećera izmjeren je u Dalju, svega 15,22 %. Osim lokacije - tipa tla, na ostvarene rezultate je utjecao i broj biljaka. U prosjeku svih lokacija najveći prinos korijena (79,85 t ha<sup>-1</sup>) ostvaren je kod sklopa od 108.000 biljaka ha<sup>-1</sup>, a najmanji (71,38 t ha<sup>-1</sup>) kod 59.000 biljaka ha<sup>-1</sup>. Kod svih istraživanih tipova tala, 108.000 biljaka ha<sup>-1</sup> nije bio uvijek jedini sklop s najvećim prinosom korijena. Na černozeu je samo varijanta sa 59.000 biljaka ha<sup>-1</sup> dala niži prinos korijena, a sve ostale su dale viši prinos i između njih nije bilo značajnih razlika.

Tablica 4. Prinos korijena šeć. repe (t ha<sup>-1</sup>) u ovisnosti od broja biljaka i lokacije istraživanja

Lokacija	Broj biljaka u tisućama po hektaru						Prosjeak
	139	118	108	97	77	59	
Dalj	86,15	87,12	86,26	88,58	88,00	84,12	86,71
Soljani	78,85	85,13	88,70	76,15	77,92	75,66	80,40
Vrbanja	82,30	85,19	86,19	85,25	83,85	76,10	83,15
Gundinci	49,81	50,43	58,25	56,66	56,30	51,45	53,94
Prosjeak	74,28	76,97	79,85	76,66	76,52	71,83	76,02
LSD	0,05	Broj biljaka		2,91	Lokacija		3,20

Tablica 5. Sadržaj šećera u repi (%) ovisno o broju biljaka i lokaciji istraživanja

Lokacija	Broj biljaka u tisućama po hektaru						Prosjeak
	139	118	108	97	77	59	
Dalj	15,28	15,46	15,40	15,30	15,16	14,71	15,22
Soljani	16,68	16,84	16,75	16,65	16,57	16,62	16,69
Vrbanja	16,65	16,73	16,75	16,66	16,53	16,52	16,64
Gundinci	17,52	17,34	17,47	17,40	17,73	17,44	17,50
Prosjeak	16,53	16,59	16,59	16,50	16,50	16,32	16,53
LSD	0,05	Broj biljaka		0,26	Lokacija		0,29

## Utjecaj veličine vegetacijskog prostora u proizvodnji na elemente prinosa šećerne repe

Istovremeno, na lesiviranom pseudoglejnom tlu su tri varijante (108.000; 97.000 i 77.000 biljaka ha<sup>-1</sup>) dale veći prinos korijena od ostalih. Najveći prinos čistog šećera (11,39 t ha<sup>-1</sup>), u prosjeku za sve lokacije, ostvaren je kod 108.000 biljaka ha<sup>-1</sup> no i varijante sa 118.000 i 139.000 biljaka ha<sup>-1</sup> dale su prosječni prinos šećera od 11,01 t ha<sup>-1</sup>, što nije značajno manje u odnosu na najbolju varijantu. Varijante s manjim brojem biljaka dale su značajno niži prinos čistog šećera. Između varijanata sa 77.000 i 97.000 biljaka ha<sup>-1</sup> u visini prinosa šećera nije bilo statistički značajne razlike, no i ove varijante dale su značajno veći prinos šećera u odnosu na 59.000 biljaka ha<sup>-1</sup>. Na lesiviranom smeđem tlu u Vrbanji gdje je ostvaren najveći prosječni prinos šećera (11,92 t ha<sup>-1</sup>) najbolja varijanta s najviše šećera po hektaru (13,38 t ha<sup>-1</sup>) bila je sa 118.000 biljaka ha<sup>-1</sup>. Slične rezultate iznijeli su Söğüt i Anoğlu (2004.), koji su najveći prosječni prinos korijena (61,58 t ha<sup>-1</sup>) i šećera (12,71 t ha<sup>-1</sup>) postigli kod sklopa od 116.000 biljaka ha<sup>-1</sup>, dok je Refay (2010.) pri sklopu od 110.000 biljaka ha<sup>-1</sup> postigao prinos korijena 108,02 t ha<sup>-1</sup> i digestiju 16,24 %, a kod sklopa od 55 000 biljaka ha<sup>-1</sup> postignuti su čak nešto bolji rezultati (prinos korijena 114,40 t ha<sup>-1</sup> uz digestiju 16,57 %), no dobivena razlika nije bila značajna. Draycott (2006) navodi da se sklopom od 75.000 biljaka ha<sup>-1</sup> postiže veći prinos šećera (7,5 t ha<sup>-1</sup>) nego kod sklopa od 100.000 biljaka ha<sup>-1</sup> (7,3 t ha<sup>-1</sup>).

Tablica 6. Prinos čistog šećera (t ha<sup>-1</sup>) u ovisnosti o broju biljaka i lokaciji istraživanja.

Lokacija	Broj biljaka u tisućama po hektaru						Prosjek
	139	118	108	97	77	59	
Dalj	11,30	11,48	11,34	11,61	11,29	10,41	11,24
Soljani	12,97	12,39	12,88	11,05	11,02	10,90	11,58
Vrbanja	12,01	13,38	12,46	12,20	11,87	10,62	11,92
Gundinci	7,76	7,80	8,90	8,73	8,85	7,93	8,35
Prosjek	11,01	11,01	11,39	10,89	10,75	9,96	10,84
LSD	0,05	Broj biljaka		0,41	Lokacija		0,45

Na ovako različite rezultate utječe više čimbenika, a jedan od njih je i plodnost tla. Iz tablice 6. vidljivo je da je na lesiviranom pseudoglejnom tlu u Gundincima najveći prinos šećera ostvaren kod varijanata s nižim sklopom (od 77.000 do 108.000 biljaka ha<sup>-1</sup>), a kod većeg sklopa prinosi su bili značajno niži, dok su kod plodnih tala (lesivirano smeđe tlo; ritska crnica) najveći prinosi šećera ostvareni upravo kod većeg broja biljaka (108.000; 118.000 ili 139.000 biljaka ha<sup>-1</sup>).

### Zaključak

Na osnovu provedenih istraživanja na četiri tipa tla u 2011. godini možemo zaključiti da optimalni broj biljaka po hektaru zavisi od uvjeta proizvodnje. Na tlima manje pogodnim za proizvodnju šećerne repe (lesivirano pseudoglejno tlo) najveći prinos korijena i šećera ostvaren je pri sklopu od 77 do 108 tisuća biljaka ha<sup>-1</sup>, dok je u prosjeku kod tri povoljnija tla za proizvodnju repe (černozem; ritska crnica; lesivirano smeđe tlo) najveći prinos korijena i šećera ostvaren kod sklopa od 108.000 i 118.000 biljaka po hektaru.

### Literatura

- Çakmakçı, R., Oral, E., Kantar, F. (1998): Root yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in relation to plant population. J. Agron. Crop Sci. 180: 45-52.
- Draycott, A.P. : Sugar Beet. Wiley-Blackwell, 1 edition (March 20, 2006).
- Ismail, A.M., Allam, S.M. (2007.): Yield and technological traits of sugar beet as affected by planting density, phosphorus and potassium fertilization. Proc. the 3rd Conf. of Sustain Agric. Develop. Fac. Agric. Fayoum Univ., pp: 15-28.
- Jurišić, D., Kristek, A.(2011.): Utjecaj načina dorade sjemena na poljsku klijavost šećerne repe. Proceedings of the 46th Croatian and 6th International Symposium on Agriculture. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str. 714-717.
- Lauer, J.G. (1995): Plant density and N rate effect on sugar beet yield and quality early in harvest. Agronomy Journal 87:586-591.
- Masri, M.I. (2008): Effect of nitrogen level and planting density on sugar beet yield and its attributes. Egypt. J. Agron., 30(2): 119-136.

Refay Y.A. (2010.): Root Yield and Quality Traits of Three Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) Varieties in Relation to Sowing Date and Stand Densities. World Journal of Agricultural Sciences 6(5):589-594.

Söğüt, T., Anoğlu, H. (2004.): Plant Density sowing Date Effects on Sugarbeet Yield and Quality. Journal of Agronomy, 3(3):215-218.

Tahisin, S., Hali, A. (2004). Plant density and sowing date effects on sugar beet yield and Quality. J. Agronomy, 3(3): 215-218.

**sa2012\_0512**

# Utjecaj biopreparata na intenzitet infekcije *R. solani* i prinos šećerne repe

Suzana KRISTEK<sup>1</sup>, Andrija KRISTEK<sup>1</sup>, Dražen HORVAT<sup>1</sup>, Dragana KOCEVSKI<sup>1</sup>, Stjepan GALOVIĆ<sup>2</sup>, Martin EVAČIĆ<sup>3</sup>, Željka GREGER<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Trg Sv. Trojstva 3, 31000 Osijek, Hrvatska (e-mail:skristek@pfos.hr)

<sup>2</sup> Đakovština d.d., Električne centrale 12, 314000 Đakovo, Hrvatska

<sup>3</sup> CBA International, Koturaška cesta 69, 10000 Zagreb, Hrvatska

## Sažetak

Pokus je proveden po potpuno slučajnom planu u 8 različitih varijanti i 4 ponavljanja na 2 tipa tla: eutrično smeđe tlo i livadski černoziem, na kojima je u periodu od 2007. god. detektirana gljiva *Rhizoctonia solani*. Tijekom 2009. i 2010. god. elementi ispitivanja su bili: a) hibrid šećerne repe ( $a_1$  – Belinda;  $a_2$  – Laetitia); b) primjena biopreparata BactoFil – a ( $b_1$ - kontrola;  $b_2$ - 1/3 u jesen + 2/3 u proljeće;  $b_3$ - 1/2 u jesen + 1/2 u proljeće;  $b_4$ - 2/3 u jesen + 1/3 u proljeće). Ispitivani parametri bili su: postotak inficiranih i propalih biljaka, prinos korijena i digestija. Najbolji rezultati dobiveni su uz primjenu biopreparata kod oba hibrida. Količina i vrijeme primjenjenog preparata zavisilo je od osobina tla. Na livadskom černoziem najbolji rezultati kod svih ispitivanih parametara dobiveni su varijantom  $b_2$ , a na tipu tla eutrično smeđe tlo varijantom  $b_4$ .

Ključne riječi: biopreparat, *P. fluorescens*, šećerna repa, prinos, kvaliteta

## Influence of biopreparation on intensity of infection by *R. solani* and sugar beet yield

### Abstract

The experiment was set up by completely randomized block design in 8 different variants and 4 repetitions on two different soil types: Eutric Cambisols and Mollic Gleysols, with the presence of pathogenic fungi *Rhizoctonia solani* detected from 2007. During 2009 and 2010, the following elements were examined: a) sugar beet hybrid ( $a_1$  – Belinda;  $a_2$  – Laetitia); b) application of microbial preparation BactoFil ( $b_1$ - control;  $b_2$ - 1/3 of BactoFil applied in autumn + 2/3 of BactoFil applied in spring;  $b_3$ - 1/2 of BactoFil applied in autumn + 1/2 of BactoFil applied in spring;  $b_4$ - 2/3 of BactoFil applied in autumn + 1/3 of BactoFil applied in spring). Investigated parameters were, as follows: percentage of infected and decayed plants, root yield and sugar content.

Best results were obtained with application of microbial preparation BactoFil on both hybrid types. The amount of BactoFil applied and the time of application differed according to soil types. On Mollic Gleysols, best results for all investigated parameters were obtained with the variant  $b_2$ , whereas  $b_4$  showed best results for all investigated parameters on Eutric Cambisols.

Key words: biopreparation, *P. fluorescens*, sugar beet, yield, quality

## Uvod

U Republici Hrvatskoj, ekonomski gledano, najveći štetnik u kulturi šećerne repe je patogena gljiva *R. solani*. Naime, ona vrši infekciju od samog nicanja mlade biljke, kroz cijelu vegetaciju, da bi uzrokovala i velike gubitke pri skladištenju repe, gdje je repa pohranjena u tzv. piramidama do njezine obrade u tvornici šećera. Kako se tretiranje fungicidima ne provodi, izuzev tretiranja sjemena tijekom dorade, jedini način suzbijanja ovog štetnika je popravljivanje svojstava tla. Najvažniji postupak, uz povećanje pH vrijednosti kiselih tala, je poboljšanje kvalitativnog i kvantitativnog sastava mikroorganizama, u prvom redu povećanje broja benefičnih bakterija koje pokazuju antagonističko – antifungalno djelovanje prema ovom patogenu. Izuzetno dobri rezultati dobiveni su tretiranjem sjemena čistim kulturama benefičnih bakterija, kao što su *P. fluorescens*, *Bacillus megaterium*, *B.subtilis* te benefičnom gljivom *Trichoderma harzianum*. Sve više se posvećuje pozornost upotrebi mikrobioloških preparata koji sadrže benefične mikroorganizme, kombinirajući u preparatu vrste mikroorganizama koji međusobno ne pokazuju niti kompetitivnost niti antagonizam, već naprotiv, pozitivno sinergističko djelovanje.

Jedan od takvih preparata je i BactoFil, koji sadrži osam vrsta bakterija. U njegovom sastavu je *Azotobacter vinelandii*, koji je nesimbiotski fiksator atmosferskog dušika, a uz to producira i mnoge fitohormone i vitamine u tlu koje stavlja biljkama na raspolaganje. Zatim, *Azospirillum lipoferum* i *A. brasilense*, koji fiksiraju elementarni dušik iz zraka i prevode ga u amino kiseline i proteine. Vrste *Bacillus megaterium*, *B. subtilis*, *B. circulans*, *B. polymixa* sudjeluju u kruženju dušika u prirodi, učestvuju u mineralizaciji fosfora i kalija prevodeći ih u oblike pristupačne biljkama. Ove bakterije pripadaju tzv. biološkim agensima za kontrolu bolesti, tj. proizvode antimikrobne substance koje djeluju antagonistički na zemljišne patogene, uzročnike oboljenja kulturnih biljaka (Sorensen et al., 2001.). – *Rhizoctonia solani*, *Pythium ultimum*, *P. debaryanum*, *Fusarium spp.*, *Aphanomyces cochlioides*, *Phoma betae*, ...

Bakterija *P. fluorescens* pokazuje izrazitu antibiozu prema patogenim mikroorganizmima, prvenstveno uzročnicima bolesti na korijenu kulturnih biljaka, inaktivirajući njihov rast i razmnožavanje (Whipps, 2001.). Također, pomažu i unapređuju rast biljaka, produciraju fitohormone (Thrane et al., 2000.) – prvenstveno cikličke lipopeptide (amphisin, tensin, visconsin, visconsinamid), povećavaju pristupačnost željeza u rizosferi – mobilizacijom fosfora poboljšava se vigor biljke i prinos za 15% - 20% (Whipps, 2001.).

## Materijal i metode rada

Pokus je proveden po potpuno slučajnom planu u 8 različitih varijanti i 4 ponavljanja na 2 tipa tla: eutrično smeđe tlo i livadski černoziem (Tablica 1.), na kojima je u periodu od 2007. god. detektirana gljiva *Rhizoctonia solani*. Tijekom 2009. i 2010. god. elementi ispitivanja su bili:

- A) Hibrid:       1. osjetljiv na patogenu gljivu *R. solani* (Belinda; KWS, Einbeck)  
                  2. tolerantan na patogenu gljivu *R. solani* (Laetitia; KWS, Einbeck)
- B) Primjena mikrobiološkog preparata BactoFil – a:
1. kontrola
  2. 1/3 u jesen + 2/3 u proljeće
  3. 1/2 u jesen + 1/2 u proljeće
  4. 2/3 u jesen + 1/3 u proljeće

Tablica 1. Kemijske osobine tla.

Istraživani parametri tla	Tip tla	
	Livadski černoziem	Eutrično smeđe tlo
Sloj (0 – 0.3 m)		
pH (H <sub>2</sub> O)	7.40	6.81
pH (KCl)	6.58	5.94
Humus (%)	2.89	1.60
P (mg/ 100 g soil)	24.10	21.95
K (mg/ 100 g soil)	23.18	20.07



Mikrobiološki preparat BactoFil primjenjen je u količini od 1,5 l/ha, tako da je apliciran na površinu tla uz istovremenu predsjetvenu obradu. Kako su nesimbiotski nitrofikatori *Azotobacter vinelandii*, *Azospirillum lipoferum* i *Azospirillum brasilense* osjetljivi na sunčevo svjetlo, BactoFil je apliciran u poslijepodnevnim satima kada nije bilo direktne insolacije, već isključivo difuzno svjetlo. U sjetvi su primjenjeni hibridi Belinda i Laetitia ( oplemenjivačka kuća KWS, Einbeck). U obje godine istraživanja sjetva je provedena u drugoj dekadi ožujka. Međuredni razmak iznosio je 50 cm, razmak u redu 20 cm.

Postotak inficiranih biljaka patogenom gljivom *R. solani*, kao i postotak propalih biljaka određivan je u fazi 2 - 4 prava lista. Nakon vađenja repe, provedenog sredinom listopada, određen je prinos korijena (t/ha), digestija (%) te prinos čistog šećera (t/ha).

## Rezultati i rasprava

Na temelju rezultata dvogodišnjeg istraživanja ispitivanih parametara, na dva tla različitih kemijskih, fizikalnih i mikrobioloških svojstava, možemo iznijeti da je razlika između kontrolnih i tretiranih varijanti bila visoko signifikantna ( $p < 0,01$ ). Broj inficiranih i propalih biljaka uslijed napada *R. solani* u fazi 2-4 prava lista, u tretiranim varijantama, bio je visoko značajan na razini  $p < 0,01$  (Tablica 2.).

Tablica 2. Postotak inficiranih i propalih biljaka (%) kao posljedica napada gljive *R. solani*.

Tip tla	Hibrid	Aplikacija BactoFil-a	Broj inficiranih biljaka (%)			Broj propalih biljaka (%)			
			2009.	2010.	Prosjek	2009.	2010.	Prosjek	
Livadski černozem	A.	B <sub>1</sub>	24,65	33,58	29,12	18,85	31,44	25,15	
		B <sub>2</sub>	10,50	14,77	12,64	4,98	8,16	6,57	
	Belinda	B <sub>3</sub>	12,55	15,65	14,10	7,35	9,80	8,58	
		B <sub>4</sub>	15,10	17,22	16,16	8,22	9,91	9,07	
	A.	B <sub>1</sub>	13,80	16,10	14,95	7,31	10,05	8,68	
		B <sub>2</sub>	5,92	9,35	8,14	2,80	4,80	3,88	
	Laetitia	B <sub>3</sub>	8,05	10,81	8,93	3,35	5,44	4,32	
		B <sub>4</sub>	9,50	12,65	11,08	4,69	7,12	5,91	
	Prosjek			12,51	16,27	14,39	7,19	10,84	9,02
	Eutrično smeđe tlo	A.	B <sub>1</sub>	28,85	37,00	32,93	22,60	32,58	27,59
B <sub>2</sub>			19,45	20,20	19,83	12,15	14,00	13,08	
Belinda		B <sub>3</sub>	16,10	18,65	17,38	9,96	12,04	11,00	
		B <sub>4</sub>	14,02	16,30	15,16	8,41	10,75	9,58	
A.		B <sub>1</sub>	17,10	23,90	20,50	10,08	16,22	13,15	
		B <sub>2</sub>	13,00	15,75	14,38	8,92	11,45	10,19	
Laetitia		B <sub>3</sub>	11,20	13,03	12,64	8,05	9,40	8,73	
		B <sub>4</sub>	9,55	12,80	10,65	6,91	9,25	8,08	
Prosjek			16,16	19,70	17,93	10,89	14,46	12,68	
LSD <sub>0,05</sub>			0,20	0,37	0,30	0,28	0,29	0,30	
LSD <sub>0,01</sub>			0,38	0,60	0,54	0,52	0,54	0,59	

Hibridi: A. – Belinda, osjetljiv na *R. solani*; A. – Laetitia, tolerantan na *R. solani*. Primjena BactoFil – a: B<sub>1</sub>-kontrola; B<sub>2</sub> - 1/3 u jesen + 2/3 u proljeće; B<sub>3</sub> - 1/2 u jesen + 1/2 u proljeće; B<sub>4</sub> - 2/3 u jesen + 1/3 u proljeće.

Na livadskom černozeu tijekom obje godine istraživanja, kod oba hibrida, najmanji broj inficiranih, ali i propalih biljaka ostvaren je varijantom tretiranom mikrobiološkim pripravkom BactoFil – B<sub>2</sub> (1/3 u jesen + 2/3 u proljeće). Sve ostale varijante ostvarile su statistički vrlo značajno ( $p < 0,01$ ) veći broj inficiranih i propalih biljaka kao posljedica infekcije patogenom gljivom *R. solani*. Na eutričnom smeđem tlu najbolji rezultati navedenih parametara dobiveni su varijantom B<sub>4</sub> (2/3 u jesen + 1/3 u proljeće). Izuzetak je druga godina istraživanja kod hibrida Laetitia, tolerantnog na *R. solani*, gdje između varijanti B<sub>4</sub> i B<sub>3</sub> (1/2 u jesen + 1/2 u proljeće) nije bilo statistički visokosignifikantne razlike ( $p < 0,01$ ).

Slične rezultate u istraživanju djelovanja bakterije *B. megaterium* (jedne od komponenti BactoFil-a) u suzbijanju infekcije patogenim gljivama *Pythium ultimum* i *P. debarianum* dobio je u svojim istraživanjima na navedenim parametrima Evačić et al. (2008). Kristek et al. (2007) u rezultatima istraživanja djelovanja bakterije *P. fluorescens* (sadržana u BactoFil-u) na patogenu gljivu *R. solani* iznose evidentno

smanjenje broja inficiranih kao i propalih biljaka u varijantama tretiranim bakterijom *P. fluorescens* u odnosu na kontrolnu varijantu.

Prinos korijena repe i digestija ovisili su o tipu tla, godini istraživanja i hibridu. Na livadskom černozeu u obje godine istraživanja i kod oba hibrida najviši prosječni prinos korijena, kao i digestija, ostvareni su u varijanti B<sub>2</sub> – BactoFil apliciran u dozi od 1/3 u jesen + 2/3 u proljeće (Tablica 3). Na eutričnom smeđem tlu najviše vrijednosti ispitivanih parametara ostvarene su u varijanti B<sub>4</sub> (2/3 u jesen + 1/3 u proljeće). Važno je napomenuti da su kako kod parametra – prosječni prinos korijena, tako i kod drugih parametara istraživanja, bolji rezultati ostvareni u prvoj godini istraživanja (2009). To se može objasniti boljim vremenskim uvjetima u vegetaciji šećerne repe u prvoj godini istraživanja u odnosu na drugu istraživačku godinu, koju je karakterizirao suvišak oborina, što se posebno odrazilo na digestiju.

Tablica 3. Prinos korijena (t/ha) i digestija (%).

Tip tla	Hibrid	Aplikacija BactoFil-a	Prinos korijena (t/ha)			Digestija (%)		
			2009.	2010.	Prosjek	2009.	2010.	Prosjek
Livadski černozeu	A. Belinda	B.	66,20	64,97	65,59	13,81	12,07	12,94
		B.	78,15	77,45	77,80	15,85	14,46	15,16
		B <sub>1</sub>	75,22	76,00	75,61	15,40	14,10	14,75
		B <sub>2</sub>	74,30	73,21	73,76	15,08	13,81	14,50
		B.	73,05	73,81	73,43	15,07	13,99	14,53
	A. Laetitia	B.	81,65	79,12	80,39	16,21	15,03	15,62
		B <sub>1</sub>	79,40	78,25	78,83	15,78	14,52	15,15
		B <sub>2</sub>	78,00	75,13	76,57	15,22	14,40	14,81
		Prosjek	75,75	74,74	75,25	15,03	14,05	14,68
		Prosjek	75,75	74,74	75,25	15,03	14,05	14,68
Eutrično smeđe tlo	A. Belinda	B.	62,18	63,10	62,64	13,55	11,27	12,41
		B.	70,03	68,26	69,15	14,31	12,57	13,44
		B <sub>1</sub>	71,20	73,55	72,38	14,78	13,03	13,91
		B <sub>2</sub>	75,33	74,90	75,12	15,05	13,65	14,35
		B.	69,60	67,12	68,36	14,08	11,96	13,02
	A. Laetitia	B.	74,18	72,95	73,57	14,66	13,22	13,94
		B <sub>1</sub>	77,10	75,08	76,09	15,10	13,65	14,38
		B <sub>2</sub>	80,44	75,99	78,22	15,62	14,17	14,90
		Prosjek	72,51	71,37	71,94	14,64	12,94	13,79
		Prosjek	72,51	71,37	71,94	14,64	12,94	13,79
	LSD <sub>0,05</sub>	0,44	0,42	0,44	0,18	0,16	0,14	
	LSD <sub>0,01</sub>	0,87	0,79	0,90	0,31	0,28	0,27	

Hibridi: A – Belinda, osjetljiv na *R. solani*; A – Laetitia, tolerantan na *R. solani*. Primjena BactoFil – a: B.-kontrola; B<sub>1</sub> - 1/3 u jesen +2/3 u proljeće; B<sub>2</sub> - 1/2 u jesen + 1/2 u proljeće; B<sub>3</sub> - 2/3 u jesen + 1/3 u proljeće.

Značajno bolje proizvodne rezultate u kulturi šećerne repe korištenjem benefitne bakterije *P. fluorescens* u suzbijanju patogene gljive *R. solani* dobili su Esh and El-Kholi (2005), kao i Kiewnick et al. (2001) u suzbijanju gljive *Rhizoctonia crown* kombinacijom korisnih bakterija.

### Zaključak

Na osnovu provedenih istraživanja suzbijanja patogene gljive *R. solani* mikrobiološkim preparatom BactoFil-om možemo zaključiti da su najbolji rezultati u obje godine istraživanja, na oba tipa tla, kako kod osjetljivog hibrida (Belinda) tako i kod hibrida tolerantnog na navedenog patogena (Laetitia) dobiveni u tretiranim varijantama. Na livadskom černozeu, kod kojeg je determiniran viši sadržaj organske tvari, najbolji rezultati dobiveni su varijantom B<sub>2</sub> (BactoFil apliciran u dozi od 1/3 u jesen + 2/3 u proljeće), dok je kod eutričnog smeđeg tla najbolje rezultate polučila varijanta B<sub>4</sub> (2/3 u jesen + 1/3 u proljeće).

## Literatura

1. Esh, A. M. H. & El-Kholi, M. M. (2005.): Effect of *Pseudomonas fluoresces* extra cellular enzymes and secondary metabolites on *Rhizoctonia solani* the causal of sugar beet damping off disease. *Zagazig J. Agric. Res.*, 32:1537-1557.
2. Evačić, M., Kristek, S., Stanisavljević, A. (2008.): Use of the bacteria *Bacillus megaterium* in the control of sugar beet root decay agents – *Pythium ultimum* and *Pythium debarianum*. *Cereal Research Communications*, 36:383-386.
3. Kiewnick, S., Barry, J., Braun-Kiewnick, A., Eckhoff, L. A., Bergman, J. V. (2001.): Integrated control of *Rhizoctonia crown* and root rot of sugar beet with fungicides and antagonistic bacteria. *Plant Disease*, 85:718-722.
4. Kristek, S., Kristek, A., Pospišil, M., Renata G. T., Čosić, J. (2007.): Influence of bacterium *Pseudomonas fluorescens* on the pathogen of root rot *Rhizoctonia solani*, storage period and elements of sugarbeet yield and quality. *Zuckerindustrie* 7:568-575.
5. Sorensen, D., Nielsen, Christophersen, T., Sørensen, C., Gajhede, M. (2001.): Cyclic lipoundecapeptide amphisin from *Pseudomonas* sp. Strain Dss73. *Acta Crystallogr. Sect. C Cryst. Struct. Commun.* 57:1123 – 1124.
6. Thrane, C., Nielsen, T. H., Nielsen, M.N., Sørensen, J., Olsson, S. (2000.): Viscosinamide – producing *Pseudomonas fluorescens* DR54 exerts a biocontrol effect on *Pythium ultimum* in sugar beet rhizosphere. *FEMS Microbiol Ecol.* 33:139-146.
7. Whipps, J. M. (2001.): Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere. *Journal of Experimental Botany*, 52:487 – 511.

sa2012\_0513

# Međuzavisnost prinosa zrna i komponenti prinosa kod jarog ječma (*Hordeum vulgare* L.)

Milomirka MADIĆ<sup>1</sup>, Dragan ĐUROVIĆ<sup>1</sup>, Aleksandar PAUNOVIĆ<sup>1</sup>, Miodrag JELIĆ<sup>2</sup>,  
Desimir KNEŽEVIĆ<sup>2</sup>, Snežana TANASKOVIĆ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Agronomy, Cara Dušana 34, 32000 Čačak, Serbia  
(e-mail: mmadic@tfc.kg.ac.rs)

<sup>2</sup>Faculty of Agriculture, Jelene Anžujске bb, Lešak, Serbia

## Sažetak

Cilj rada je kod sorti jarog ječma utvrditi međuzavisnost prinosa zrna i komponenti prinosa u proizvodnim uvjetima na tlu lošijih proizvodnih karakteristika, te kod primjene četiri tretmana ishrane. U radu su istražene korelacije prinosa zrna i svojstava: visine biljke, busanja, broja klasova/m<sup>2</sup>, duljine klasa, broja zrna po klasu, mase 1000 zrna i hektolitarske mase. Prinos zrna je bio u srednjoj do vrlo jakoj pozitivnoj korelaciji s visinom biljke, kao i s dužinom klasa i brojem zrna po klasu, a u negativnoj s hektolitarskom masom. Na temelju provedenih istraživanja međuzavisnosti prinosa zrna i komponenti prinosa zrna kod tala lošijih proizvodnih osobina, te različitih tretmana ishrane ustanovljeno je da su naročito svojstva visina biljke, duljina klasa i broj zrna po klasu korisni selekcijski kriteriji u odabiru sorti za proizvodnju jarog ječma na tlima lošijih proizvodnih osobina.

Ključne riječi: ječam, prinos zrna, komponente prinosa, korelacije

## Correlation between grain yield and yield components in spring barley (*Hordeum vulgare* L.)

### Abstract

The objective of this study was to determine correlation between grain yield and yield components in spring barley cultivars under production conditions on soil having poor productive properties using four fertilization treatments. Marked correlations were observed between grain yield and the following traits: plant height, tillering, spike number m<sup>-2</sup>, spike length, grain number spike<sup>-1</sup>, 1000-grain weight and test weight. Grain yield showed medium to very strong positive correlation with plant height, spike length and grain number spike<sup>-1</sup>, and negative correlation with test weight. The evaluation of the correlation between grain yield and yield components on low productivity soils, along with the fertilization treatments showed that plant height, spike length and grain number per spike are useful selection criteria in choosing cultivars for spring barley production on soils having poor productive properties.

Key words: barley, grain yield, yield components, correlations

### Uvod

Prinos zrna ječma može se izraziti kao funkcija broja klasova m<sup>2</sup>, broja zrna po klasu i mase zrna te predstavljaju direktne komponente prinosa. Riggs i sur., (1981), Garcia del Moral i sur., (1991) i Dofing (1997) ističu da prinos zrna ječma uglavnom ovisi o broju klasova/m<sup>2</sup> i broju zrna po klasu, dok je učinak mase zrna na prinos ili slab (Garcia del Moral i sur., 1991) ili nepouzdan (Dofing, 1997). Povezanost broja

klasova/m<sup>-2</sup> s brojem zrna po klasu je negativna (Hamid i Grafius, 1978; Garcia del Moral i sur., 1991; Balkema-Boomstra Masterbroek, 1993), dok je međuzavisnost broja klasova po jedinici površine s masom zrna po klasu pozitivna (Garcia del Moral i sur., 1991) ili negativna (Hamid i Grafius, 1978; Balkema-Boomstra i Masterbroek, 1993).

U protekla tri desetljeća prinos zrna je u najvećoj mjeri povećavan povećanjem žetvenog indeksa sorti (Boukenrou i Rasmusson, 1990; Sinclair, 1998; Madić i sur., 2005). Dostizanjem gornje granice žetvenog indeksa, daljnje povećanje prinosa zrna u narednom razdoblju je moguće ostvariti kroz suodnos optimalizacije žetvenog indeksa i povećanja biomase po jedinici površine (Boukenrou i Rasmusson, 1990; Damisch i Wieberg, 1991; Schittenhelm i sur., 1996; Okeno 1999). Visina zrelih biljaka ječma i prinos slame su u pozitivnoj korelaciji (Boukenrou i Rasmusson, 1990; Martinez i Foster, 1998) te na taj način selekcija na visinu biljke može indirektno dovesti do povećanja prinosa zrna. S druge strane, napredak u oplemenjivanju ječma na prinos zrna u mnogim slučajevima postignut je sniženjem stabiljike kod novostvorenih sorti ječma, te povećanjem otpornosti na polijeganje. Navedeno je značajno utjecalo na tehnologiju proizvodnje ječma, naročito ishranu usjeva ječma (Martinello i sur., 1987; Boukenrou i Rasmusson, 1990; Schittenhelm i sur., 1996; Okeno, 1999).

Cilj rada je da se na tlu lošijih proizvodnih karakteristika, te kod različitih tretmana mineralnim i organskim hranivima odredi međuzavisnost prinosa zrna i komponenti prinosa kod četiri sorte jarog dvorednog ječma. U različitim proizvodnim uvjetima te kod različitih tretmana ishrane postojanje međuzavisnosti prinosa zrna i komponenti prinosa bi ukazalo na mogućnost da se takve komponente mogu koristiti kao dodatni selekcijski kriterij u odabiru sorti za proizvodnju jarog ječma na tlima lošijih proizvodnih osobina.

### Materijal i metode

Pokusi su provedeni na imanju Centra za strna žita u Kragujevcu 2008. i 2009. godine. Tlo na kojem je izveden pokus pripada tipu smonice u procesu degradacije, teškog mehaničkog sastava, grube i nestalne strukture, loših fizičkih osobina, kisele reakcije (pH<sub>H2O</sub> = 4.5), sa sadržajem: humusa 2.18%, lako dostupnog fosfora 8.0 mg 100<sup>-1</sup> g zemljišta i kalija 15.0 mg 100<sup>-1</sup> g zemljišta. Za istraživanja su odabrane četiri jare sorte pivarskog ječma i to: Jastrebac, Jaran, Kraguj i Novosadski 404 i četiri različita tretmana gnojidbe (Tablica 1).

Tablica 1. Količine čistih hraniva primijenjenih u pokusu

Tretman gnojidbe	Količina hranjiva (kg ha <sup>-1</sup> )				
	N	P.O.	K.O	CaCO <sub>3</sub>	Stajski gnoj
o Kontrola	0	0	0	0	0
I	120	80	53	0	0
II	120	160	53	0	0
III	120	80	53	5.000	20.000

Pokus je postavljen po slučajnom bloknom rasporedu u tri ponavljanja, s veličinom osnovne parcele 5 x 1 m (5m<sup>2</sup>). Sjetva je obavljena malom mehaničkom sijačicom na međurednom razmaku 12,5 cm i 3 cm u redu. Ukupne količine fosfornih i kalijevih hraniva i jedna trećina dušika (40 kg) dati su kod predstetvene pripreme tla. Preostala količina dušika upotrijebljena je u jednoj prihrani početkom mjeseca travnja. U pokusu su primijenjena kompleksna NPK gnojiva (8:24:16), superfosfat (17% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) i u prihrani je upotrijebljen amonij-nitrat s 34.4% N. U fazi pune zrelosti sa svake parcele uzet je uzorak od 30 biljaka na kojima su analizirana slijedeća svojstva: ukupno busanje, visina biljke (cm), duljina klasa (cm), broj zrna po klasu, masa 1000 zrna (g), hektolitarska masa (kg) i prinos zrna (t ha<sup>-1</sup>). Broj klasova/m<sup>-2</sup> je utvrđen na kraju vegetacije prilikom uzimanja uzoraka (brojanjem klasova po m<sup>-2</sup>). Dobiveni rezultati obrađeni su analizom varijance trofaktorijalnog pokusa (godina, gnojidba, genotip) a međuzavisnost istraživanih svojstava izračunavanjem koeficijenta jednostavne korelacije, upotrebom SPSS softvera (1995).

### Rezultati i rasprava

Analiza varijance (Tablica 2) ukazuje na postojanje značajnih razlika između odabranih genotipova za prinos zrna i analizirane komponente prinosa. Gnojidba je uvjetovala značajno povećanje vrijednosti svih analiziranih svojstava istovjetno kod svih genotipova, na što ukazuju odsustvo interakcija prvog i, za neka svojstva, interakcije drugog reda.

Prinos zrna je bio u srednjoj do vrlo jakoj pozitivnoj korelaciji s visinom biljke, kao i s duljinom klasa i brojem zrna po klasu, a u negativnoj s hektolitarskom masom (Tablica 3). Broj klasova/m<sup>2</sup> je bio u pozitivnoj korelaciji s brojem zrna po klasu i masom 1000 zrna, a u negativnoj s busanjem, dok je busanje bilo u značajnoj korelaciji s masom 1000 zrna. Visina biljke je bila u pozitivnoj korelaciji s duljinom klasa i brojem zrna po klasu a u negativnoj s hektolitarskom masom. Broj zrna po klasu je bio u pozitivnoj korelaciji s masom 1000 zrna.

Tablica 2. Analiza varijance za broj klasova m<sup>-2</sup> (BK), ukupno busanje (UB), visinu biljke (VB), duljinu klasa (DK), broj zrna po klasu (BZK), masu 1000 zrna (MHZ), hektolitarsku masu (HM) i prinos zrna (PZ) kod sorti ječma Jastrebac (1), Jaran (2), Kraguj (3) i NS-404(4)

		BK	UB	VB	DK	BZK	MHZ	HM	PZ
Godine (A)	2008	437	2.3	72.3	6.2	18.8	42.7	67	4.9
	2009	443	2.5	81.9	6.4	19.6	44.2	69	5.5
Gnojdba (B)	0	370d	2.3b	61.1c	5.2c	17.3d	40.1b	65c	3.8d
	I	406c	2.6a	72.8bc	6.4b	18.9c	43.6a	68b	4.3c
	II	467b	2.4b	77.5b	6.8a	19.6b	43.5a	68b	5.1b
	III	508a	2.5ab	97.6a	6.5b	20.3a	43.6a	71a	6.1a
Genotipovi (C)	1	436b	2.7a	75.0b	6.8a	20.2a	42.9c	68.ab	4.9c
	2	398c	2.8a	71.6c	5.9c	18.1b	48.3a	67b	5.1bc
	3	495a	2.4b	83.2a	6.2b	17.9b	43.6b	68ab	5.2ab
	4	429b	2.1c	75.1b	6.1bc	20.4a	44.1b	69a	5.3a
A x B									*
A x C									
B x C		*		*			*	*	*
A x B x C		**	*	*	*	*			**

Srednje vrijednosti u kolonama za gnojdbu i genotipove označene istim malim slovom ne razlikuju se značajno na osnovu LSD-testa ( $P > 0.05$ ); \* F test značajan za  $P \leq 0.05$ ; \*\* F test značajan za  $P \leq 0.01$ .

Tablica 3. Korelacijski koeficijenti između prinosa zrna (PZ), broja klasova m<sup>-2</sup> (BK), ukupnog busanja (UB), visine biljke (VB), duljine klasa (DK), broja zrna po klasu (BZK), mase 1000 zrna (MHZ) i hektolitarske mase (HM)

	BK	UB	VB	DK	BZK	MHZ	HM
UB	-0.38*						
VB	0.18	0.29					
DK	-0.08	0.08	0.52*				
BZK	0.52*	-0.16	0.41*	0.28			
MHZ	0.39*	-0.50*	-0.02	0.25	0.38*		
HM	0.18	-0.24	-0.56*	-0.31	0.09	-0.09	
PZ	0.36	0.21	0.89*	0.52*	0.44*	0.17	-0.49*

\* Značajno za  $P \leq 0.05$

Amer (1999) ukazuje na postojanje značajnih pozitivnih korelacija između prinosa zrna i: broja zrna po klasu, mase 1000 zrna, broja klasova m<sup>-2</sup> i visine biljke. Postojanje značajnih korelacija (istovjetnih po godinama) između prinosa zrna i: prinosa slame, broja klasova m<sup>-2</sup> i broja zrna po klasu navodi Sinebo (2002), ukazujući da je pri tome najača korelacija između prinosa zrna i broja klasova m<sup>-2</sup>, a zatim prinosa zrna i prinosa slame. Prema istom autoru broj zrna po klasu je bio u negativnoj korelaciji s masom zrna po klasu i visinom biljke, a u pozitivnoj sa žetvenim indeksom, dok je broj klasova m<sup>-2</sup> bio u negativnoj korelaciji s brojem zrna po klasu, a pozitivnoj s masom zrna po klasu i visinom biljke. Singh i sur., (2007) su zabilježili najveće vrijednosti genotipskih i fenotipskih korelacija kod ječma između prinosa zrna i visine biljke te prinosa zrna i broja produktivnih izdanaka po biljci. Deniz i sur., (2009) su također utvrdili značajne pozitivne korelacije između prinosa zrna i broja klasova m<sup>-2</sup> i prinosa zrna i mase 1000 zrna. Isti autori iznose da povećanje broja klasova m<sup>-2</sup> značajno utječe na smanjenje mase 1000 zrna, ali na povećanje prinosa zrna. Također, su utvrdili negativnu korelaciju između mase 1000 zrna i broja zrna po klasu. Sharief i sur., (2011) navode da je prinos zrna bio u značajnoj pozitivnoj korelaciji s brojem zrna po klasu i duljinom klasa; prinos zrna je također bio u pozitivnoj korelaciji s brojem klasova m<sup>-2</sup> i visinom biljke. Prema istim autorima, visina

biljke je bila u pozitivnoj korelaciji s brojem klasova  $m^{-2}$ , masom 1000 zrna, masom klasa i duljinom klasa, dok je duljina klasa bila u pozitivnoj korelaciji s masom klasa i brojem zrna po klasu. Sharief i sur., (2011) navode da su na četiri lokaliteta visina biljke, broj zrna po klasu i broj klasova  $m^{-2}$  bili u pozitivnoj korelaciji s prinosom zrna.

Odsustvo ili slabe interakcije genotip/gnojidba i interakcije drugog reda u ovim istraživanjima ukazuju na sposobnost istraživanih genotipova da podnesu više razine dušika bez opasnosti od polijeganja. Selekcija genotipova više i čvrste stabiljike optimaliziranog žetvenog indeksa koji podnose više razine dušika (do 120 kg  $ha^{-1}$ ) može biti opravdana za tla lošijih proizvodnih karakteristika ukoliko kod takvih genotipova više razine ishrane dušikom ne utječu negativno na polijeganje te indirektno utiču na prinos zrna preko povećanja produktivnog busanja odnosno broja klasova/ $m^{-2}$ . Sinebo (2002) ističe da veliki broj dugih klasova  $m^{-2}$  kod visokih biljaka ukazuje na visok potencijal za prinos zrna.

### **Zaključci**

Provedena istraživanja ukazuju na postojanje značajnih razlika između sorti, tretmana ishrane, te postojanje značajnih interakcija u prinosu zrna i komponentama prinosa.

Prinos zrna je bio u srednjoj do vrlo jakoj pozitivnoj korelaciji s visinom biljke, kao i s dužinom klasa, brojem zrna po klasu, a u negativnoj s hektolitarskom masom. Broj klasova/ $m^{-2}$  je bio u pozitivnoj korelaciji s brojem zrna po klasu i masom 1000 zrna, a u negativnoj s ukupnim busanjem, dok je ukupno busanje bilo u negativnoj korelaciji s masom 1000 zrna. Visina biljke je bila u pozitivnoj korelaciji s dužinom klasa i brojem zrna po klasu i negativnoj s hektolitarskom masom. Broj zrna po klasu je bio u pozitivnoj korelaciji s masom 1000 zrna.

Istraživanje međuzavisnosti prinosa zrna i komponenti prinosa zrna kod tala lošijih proizvodnih osobina, te različitih tretmana ishrane ukazuje na suodnos između svojstava i njihov učinak na urod zrna, a što je korisno kod izbora optimalnog agrotehnoškog tretmana, te korištenja istraživanih svojstava kao selekcijskih kriterija u odabiru sorti za proizvodnju jarog ječma na tlima lošijih proizvodnih osobina.

### **Literatura**

- Amer K.A. (1999). Genetical studies on yield and leaf rust In barley. Ph. D. Thesis. Fac. of Agric. Moshtohor, Zagazig Univ. Egypt.
- Balkema-Boomstra A.G., Masterbroek H.D. (1993). The grain yield of unculm barley (*Hordeum vulgare* L.) in two contrasting environments. *Euphytica*, 66:103–110.
- Boukerrou L., Rasmusson D.D. (1990). Breeding for high biomass yield in spring barley. *Crop Science*, 30:31–35.
- Damisch W. and Wieberg, A. (1991). Biomass yield—a topical issue in modern wheat breeding programs. *Plant Breeding*, 107:11–17.
- Deniz B., Kavurmaci Z., Topal M. (2009). Determination of ontogenetic selection criteria for grain yield in spring barley (*Hordeum vulgare*) by path-coefficient analysis. *Afr. J. Biotechnol.* 8 (11): 2616-2622.
- Dofing S.M. (1997). Ontogenetic evaluation of grain yield and time to maturity in barley. *Agronomy Journal*, 89: 685-690.
- Garcia del Moral L.F., Ramos J.M., Garca del Moral M.B., Jimenez-Tejada M.P. (1991). Ontogenetic approach to grain production in spring barley based on path-coefficient analysis. *Crop Science*, 31:1179–1185.
- Grafius J.E. (1978). Multiple characters and correlated response. *Crop Science*, 18:931–934.
- Hamid Z.A. and Grafius J.E. (1978). Developmental allometry and its implication to grain yield in barley. *Crop Science*, 18:83–86.
- Madić M., Paunović A., Đurović D. (2005). Correlations and "Path" coefficient analysis for yield and yield components in winter barley. *Acta Agriculturae Serbica*, 10 (20): 3-9.
- Martinez J.H.E. and Foster A.E.. (1998). Genetic analysis of heading date and other agronomic characters in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Euphytica*, 99:145–153.
- Martiniello P., Delogu G., Odoardi M., Boggini G., Stanca A.M. (1987). Breeding progress in grain yield and selected agronomic characters of winter barley (*Hordeum vulgare* L.) over the last quarter of a century. *Plant Breeding*, 99:289–294.

- Okeno J.A. (1999). Genetic and physiological studies of yield and nitrogen use efficiency in spring barley. Ph.D. Dissertation. Justus-Liebig-University Giessen. Cuvillier Verlag Gttingen, Germany.
- Riggs T.J., Hanson P.R., Start N.D., Miles D.M., Morgan C.L., Ford M.A. (1981). Comparison of spring barley varieties grown in England and Wales between 1880 and 1980. *Journal Agriculturae Science* 97:599–610.
- Schittenhelm S., Okeno J.A, Friedt W. (1996). Prospects of agronomic improvement in spring barley based on a comparison of old and new germplasm. *J. Agron. Crop Sci.* 176:295–303.
- Sharief A.E., Attia A.N., Saied M., El-Sayed A.A., El-Hag A. (2011). Agronomic studies on barley: Yield analysis. *Crop Environment*, 2: 11-18.
- Sinclair T.R. (1998). Historical changes in harvest index and crop nitrogen accumulation. *Crop Science*, 38:638–643.
- Sinebo W. (2002). Yield Relationships of Barleys Grown in a Tropical Highland Environment. *Crop Science*, 42:428–43.
- Singh S.K. Ali H., Mishra C.N., Ram D., Singh H.L., Bhardwaj D.N. (2007). Character association among some quantitative traits in barley (*Hordeum vulgare* L.) *International J.ournal Plant Science*, 2 (2): 202-204.
- SPSS. Inc. (1995). STATISTICA for Windows (Computer program manual).Tulsa. OK.

**sa2012\_0514**



# Wheat production using direct seeding and conventional tillage in Middle Anatolia

Tamer MARAKOĞLU, Kazim ÇARMAN, Fikret DEMİR

Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Machinery, University of Selçuk, 4203 Konya, Turkey  
(e-mail: kcarman@selcuk.edu.tr)

## Abstract

The objective of this study was to examine wheat production using direct seeding and conventional tillage in Middle Anatolia during the years of 2006-2007 and 2007-2008. In the experiment, conventional tillage and the direct seeding were used. Tillage and the direct seeding were applied in the dry farming conditions. The effect of treatments on mean emergence dates, percentage of emerged seedling, fuel consumptions and wheat yield were measured. The highest fuel consumption was measured in the conventional method as 46.1 l ha<sup>-1</sup> whereas the lowest value was found in the direct seeding method as 10.7 l ha<sup>-1</sup>. Fuel consumption of the conventional method required four times more fuel than the direct seeding method. The best result for wheat yield was found in the direct seeding as 3388.9 kg ha<sup>-1</sup> in 2008. The lowest wheat yield was found in the conventional method as 2290 kg ha<sup>-1</sup> in 2007. The direct seeding gives the best result for fuel consumption and wheat yield. In the dry farming condition, the direct seeding methods can be proposed for wheat production in the Middle Anatolia.

Key words: direct seeding, conventional tillage, wheat, fuel consumption

## Introduction

Making the soil suitable for culture plant growing is possible with soil tillage. However, intensive soil tillage destroys nature of the soil. Intensive soil tillage and removing plant residues from the upper soil cause soil erosion and soil hardness. Soil hardness is increased by farm traffic especially in wet seasons and soil hardness makes dry basis volume weight increased.

Energy use and costs are decreased with conservation tillage and with this method, enough plant residues is left in soil to protect field. The main purpose of direct planting is to decrease the water and wind soil erosion and to make plant production more profitable. So, the target is protection of soil. In addition, soil moisture, energy consumption, labor and also protection of machinery will be effective.

The direct seeding, like no-till, is a cropping system which aims to improve soil and soil moisture conservation. The direct seeding has been shown to increase or improve Wildlife Habitat, Environmental Sustainability, Economic Viability and Energy Conservation. Direct Drilling greatly reduces soil erosion by 60-90%, increasing the quality of surface water by reducing sediment.

Emissions to the atmosphere from the conventional agriculture reduce the potential CO<sub>2</sub> sink effect of the soil, decreasing the organic matter content of the soil and contributing to global warming. Intensive tillage of agricultural soils has led to substantial losses of soil carbon (C), frequently over 50% in the 20-30 years of cultivation.

The conventional tillage needs more mechanical investment and labor when compared to conservation tillage, especially direct planting. Energy efficiency increases 25 to 100 % and consumption of energy decreases 15 to 50 % in direct planting. The direct seeding requires only 1/3 of field traffic compared to the conventional tillage.

Aykas and Önal (1999) studied the effects of different tillage methods on yield and weeding for wheat. They obtained better grain and straw yield from reduced tillage (rotary-tiller) as 3500 kg ha<sup>-1</sup> and 3470 kg ha<sup>-1</sup> as compared to the conventional and zero tillage system, respectively. They recommend that proper tillage

system should be carefully selected in order to achieve a better weed control.

According to the research findings, fuel consumptions of different tillage methods were found as 49.4 l ha<sup>-1</sup> (100%), 31.21 l ha<sup>-1</sup> (63.2%), 28.3 l ha<sup>-1</sup> (57.3%), 25.2 l ha<sup>-1</sup> (50.9%), and 13.3 l ha<sup>-1</sup> (27.08%) for plough, chisel, disk harrow, ridge-tillage, and the direct seeding, respectively. the direct seeding saved 73 % of fuel energy compared with the conventional method (Köller, 2003).

Çarman and Marakoğlu (2007) compared reduced tillage and direct planting applications in chick pea production. The biggest and least fuel consumptions were obtained in the conventional method (52.02 l ha<sup>-1</sup>) and the direct seeding (9.72 l ha<sup>-1</sup>), respectively.

Yalcın et al., (2005) studied tillage parameters and economic analysis of the direct seeding, minimum and the conventional tillage in wheat. They found that wheat yields were 6800 kg ha<sup>-1</sup> and 7400 kg ha<sup>-1</sup> for the direct seeding and minimum tillage, fuel consumption were 8.9 l ha<sup>-1</sup> and 58.4 l ha<sup>-1</sup> for the direct seeding and the conventional tillage, respectively.

Barut and Çelik (2008) evaluated the direct drill and conventional tillage system in the dry farming conditions. They found wheat yield in the conventional tillage system and direct drill as 3556.7 kg ha<sup>-1</sup> , 3130.0 kg ha<sup>-1</sup> and 3413.3 kg ha<sup>-1</sup> , 2880.0 kg ha<sup>-1</sup> in the first and second years, respectively.

In recent years, weather conditions in Middle Anatolia have been unstable. In autumn, the rainfall has generally been delayed until November. Hence, farmers did not accomplish the seedbed preparation at proper time. As a result, the drilling of cereals such as wheat and barley has been delayed so that there has been insufficient emergence after drilling and a large decrease in yield. Farmers have drilled wheat in early autumn into dry soil and then waited for rainfall to cause germination and emergence. But the expected rain falls have not occurred in recent years. The soil has been losing humidity due to soil tillage for preparing the field to the planting. The direct seeding can be an alternative production method in the region because of low annual precipitation. The aim of this research was to determine wheat production using direct seeding and conventional tillage in Middle Anatolia.

## Materials and methods

The experiments were conducted in the field of Konuklar Agricultural farms of TİGEM in the years of 2006-2007 and 2007-2008. Located 65 km away from the city of Konya, which is located in the Middle Anatolia region of Turkey. (37°52'N latitude, 32°29'E longitude and altitude 1016 m)

The soils are classified as Typic Xerfluent in the US Soil Taxonomy. Physical and mechanical properties of the soil in the experiment field are given in Table 1. The average soil moisture 45.3% and 9.3% was found in the first and second years, respectively. The average annual temperatures and rainfall data in October – July during the years 2006-2008 are given in Table 2.

Table 1. Physical and mechanical properties of the soil in the experiment field

	Conventional method		Direct seeding	
	2007	2008	2007	2008
Particle size distribution				
Sand (%)			28.99	
Clay (%)			34.18	
Silt (%)			36.82	
Bulk density (g cm <sup>-3</sup> )	0.9	1.25	1.18	1.45
Penetration resistance (MPa) (0-20 cm)	0.78	1.37	2.02	2.11
pH	7.69	7.72	7.60	7.52
Lime (%)	13.1	18.4	15.2	24.5
EC (micromhos cm <sup>-1</sup> )	149	176.5	163	176
Phosphorus (mg kg <sup>-1</sup> )	15.94	15.41	14.5	13.1
Potassium (mg kg <sup>-1</sup> )	542.4	595	510	681

The tillage methods are given as follows:

- Method 1: The conventional method: plough + disc harrow - float + drill.
- Method 2: The direct drill.

## Wheat production using direct seeding and conventional tillage in Middle Anatolia

For the conventional tillage method, the soil was first ploughed with three bottom moldboard plough. After plowing, the field was harrowed with disc harrow and leveled with float. For the direct seeding application, seeding was made without tillage. The specifications of the tools used in the experiment are given Table 3. Ford 6600 (Engine Power 80 HP) tractor was used in the experiments. The wheat variety was Gerek 79, which is the most commonly used wheat in the Middle Anatolia.

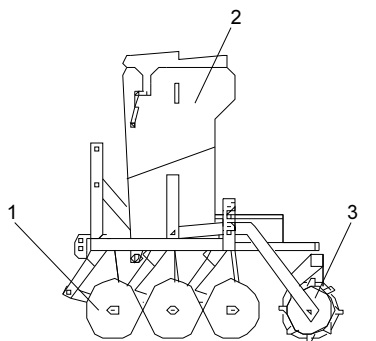
The direct drill was home made. Row spacing was 13 cm, seeding rate was 200 kg ha<sup>-1</sup> and there were 12 seeding units (Fig.1). Diameter of press cylinder in direct drill is 490 mm, it has a width of 53 mm, height of 32 mm and has a pressing ability of 0.25 daN cm<sup>-2</sup>

**Table 2. Monthly averages of air temperatures and rainfall at Konuklar measured in 2006 and 2008**

Months	Air temperature (°C)		Rainfall (mm)	
	2006-2007	2007-2008	2006-2007	2007-2008
October	3.8	12.8	46	10
November	2	7.8	16	67.5
December	-0.7	1	-	37
January	-2.2	-3.8	32	6
February	-0.2	-3.2	23	20
March	5.4	9	18	22
April	7.7	12.9	14	11.5
May	18.3	14.5	2	17.5
June	21.1	20.9	3	9
July	24.3	23.2	-	-

**Table 3. The specifications of the tools used in experiment**

Tool	Average speed (km h <sup>-1</sup> )	Working depth (cm)	Working width (m)
Plough	5.5	30	1.20
Disc harrow	6.5	15	2.20
Rotary tiller combination	2.8	20	2.30
Drill	6.3	4-5	1.82
Direct drill	5.6	4-5	1.62



**Figure1. Direct seeding (1.Disc coulters, 2.Seeding unit, 3.Roller)**

The numbers of emerged seedlings were measured in rows and mean emergence dates (MED) and percentage of emerged seedlings rates (PE) were calculated using formulae (1) and (2) (Bilbro and Wanjura, 1982):

$$MED = \frac{N_1 D_1 + N_2 D_2 + \dots + N_n D_n}{N_1 + N_2 + \dots + N_n} \quad (1)$$

$$PE = \left( \frac{\text{Total emerged seedling per meter}}{\text{Number of seeds planted per meter}} \right) \times 100 \quad (2)$$

MED, PE, fuel consumptions, effective power requirement, field efficiency and yield were determined to compare the methods. MED, PE, fuel consumptions, effective power requirement, field efficiency and yield were measured with three replications in plots of 100 m long and 6 m wide. Yields were measured from samples taken from an area of 3.5 m<sup>2</sup> at harvest time.

The conventional method and the direct seeding were conducted in two different plots. The conventional method and the direct seeding were applied in the same plots for 2 years. The data were analyzed using MSTAT statistical software for t test.

## Results and discussion

Mean emergence dates and percentage of emerged seedlings rates belongs to applications are given in Fig.2a and b. The lowest averages of mean emergence dates were found for the conventional method in both years, and the highest mean emergence dates were found for the direct seeding with 16.72 days in the first and second year. According to the methods, the highest seedling emergence rates were obtained for the conventional method as 78.53% in a first year and for the direct seeding as 93.56% in the second year.

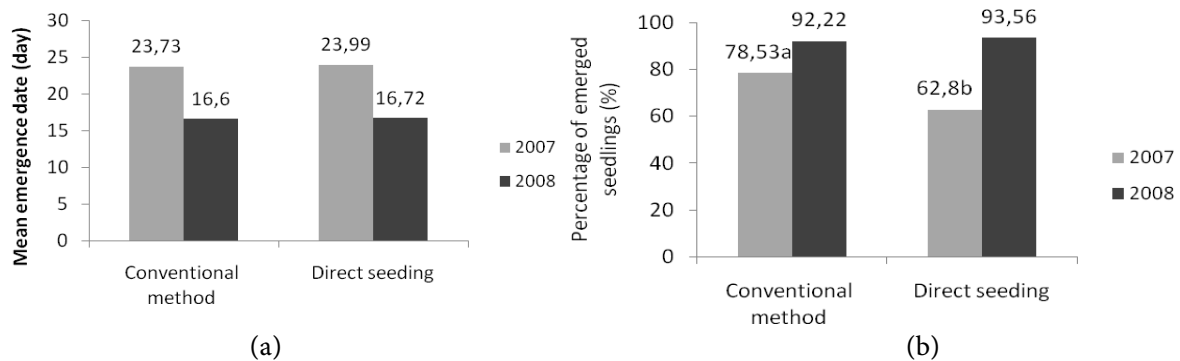


Figure 2. Effect of different methods on mean emergence date and percentage of emerged seedlings rates

The lowest seedling emergence rates were obtained for the direct seeding as 62.80% in a first year and for the conventional method as 92.22% in the second year. As seen in Fig 2a and b, no significant differences were found for tillage methods regarding mean emergence dates in both of years. However, percentage of emerged seedlings rates of tillage methods were found statistically significant ( $P < 0.01$ ) in 2007. Results showed that the percentage of emergence had an important effect on wheat yield.

According to the wheat yield results given in Table 4, the first year results were found lowest as compared to the second year. The highest yield was found in the direct seeding as 3007.5 kg ha<sup>-1</sup> and 3388.9 kg ha<sup>-1</sup>, the lowest yield was found in the conventional method as 2290 kg ha<sup>-1</sup> and 2373.6 kg ha<sup>-1</sup> in the first and second years, respectively. As seen in Table 4, the methods were found statistically significant ( $P < 0.01$ ) for wheat yield in both years. Total annual precipitations were calculated as 154 mm and 200.5 mm for the first and second years. Therefore, the second year wheat yield is higher than the first year.

Table 4. Wheat yield (kg ha<sup>-1</sup>)

Methods	Year 2007	Year 2008
Conventional method	2290.0 b	2373.6 b
Direct seeding	3007.5 a	3388.9 a

A similar result was found by Borin and Sartori (1995), Çakır et al. (2003), Çarman and Marakoğlu (2007), Bayhan et al. (2006) and Barut and Çelik (2008) in the similar direct seeding machine.

In the conventional method, fuel consumption was the highest with 46.1 l ha<sup>-1</sup>. The lowest fuel consumption was found in the direct seeding with 10.7 l ha<sup>-1</sup>. It is obvious that the direct seeding gives the best results for all parameters.

## Conclusion

The conventional tillage method had highest fuel consumption as compared with the direct seeding. The conventional method required four times more fuel compared to the direct seeding method. The direct seeding method had the highest wheat yield in comparison to the conventional tillage method.

From the results, it can be concluded that the direct seeding can be easily applied in wheat production in the Middle Anatolia region.

## References

- Aykas E, Önal İ (1999) Effects of different tillage seeding and weed control methods on plant growth and wheat yield. Part 7. In: International Congress on mechanization and Energy in Agriculture, Adana, Turkey, May 26-27, 119-124.
- Barut ZB, Çelik İ (2008) The effects of direct drill methods on plant growing wheat-maize rotation. Direct Seeding Workshop, Anatolia Agricultural Research Institute, Eskişehir, Turkey, December 16-17.
- Bayhan Y, Kayışoğlu B, Gönülol E, Yalçın H, Sungur N (2006) Possibilities of direct drilling and reduced tillage in second crop silage corn. *Soil Tillage Res* 88: 1-7.
- Bilbro JD, Wanjura DF (1982) Soil crusts and cotton emergence relationship. *Trans. ASAE* 25: 1484-1489.
- Borin M, Sartori L (1995) Barley, soybean and maize production using ridge tillage, no-tillage and conventional tillage in North-East Italy. *J. Agric. Eng. Res* 62: 229-236.
- Çakır E, Aykas E, Yalçın H (2003) Tillage parameters and economic analysis of direct seeding, minimum and conventional tillage in wheat. In: International Soil Tillage res. Org. 16th Triennial Conference, The University of Queensland, Brisbane, Australia, July 13-18, 259-264.
- Çarman K, Marakoğlu T (2007) Studied the comparison of reduced tillage and direct planting applications in chick pea production. In: II. Conservation Tillage and Direct Seeding Workshop, Bornova, İzmir, June 13, ISSN: 975-483-744-5, 93-104.
- Köller K, (2003) Conservation tillage-technical, ecological and economic aspects. In: Conservation Tillage and Direct Seeding Workshop, Bornova, İzmir, October 23-24, ISSN: 975-483-601-9, 9-34.
- Yalçın H, Çakır E, Aykas E (2005) Tillage parameters and economic analysis of direct seeding, minimum and conventional tillage in wheat. *J. Agron* 4: 329-332.

sa2012\_0515

# Maize yield variations in Northern Serbian and Eastern Croatian regions

Aleksandar PAUNOVIĆ<sup>1</sup>, Vlado KOVAČEVIĆ<sup>2</sup>, Desimir KNEŽEVIĆ<sup>3</sup>, Miodrag JELIĆ<sup>3</sup>,  
Milomirka MADIĆ<sup>1</sup>, Mirta RASTIJA<sup>2</sup>, Dario ILJKIĆ<sup>2</sup>, Jasmina KNEŽEVIĆ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>University of Kragujevac, Faculty of Agronomy, Cara Dušana 34, 32000 Cacak, Serbia  
(e-mail:acopa@tfc.kg.ac.rs)

<sup>3</sup>J. J. Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agriculture, Kralja Petra Svačića 1d, 31000 Osijek, Croatia

<sup>2</sup>University of Pristina, Faculty of Agriculture, Lesak, Serbia

## Abstract

This study evaluates maize yield variations in the Autonomous Province of Vojvodina (Serbia) and Eastern Croatia (Croatia) over a period of eight years. The effect of precipitation and mean air temperatures on maize yields was analysed during June through August, using the weather data issued by the State Hydrometeorological Institutes based in Belgrade (Serbia) and Zagreb (Croatia). Data on total acreages and average yields of maize were obtained from the Serbian and Croatian Statistical Yearbooks (2000-2009). The analysis covering the eight-year period showed that the years 2000 and 2003 were highly unfavourable for maize production (the two-year yield average in Vojvodina and Eastern Croatia being 3.1 t ha<sup>-1</sup> and 3.9 t ha<sup>-1</sup>, respectively), as opposed to the two “favourable” years (2005 and 2006) giving an average of 6.2 t ha<sup>-1</sup> (Vojvodina) and 6.7 t ha<sup>-1</sup> (Eastern Croatia). During the June-August period, the measured precipitation values for the “unfavourable years” averaged 91.5 mm in Vojvodina (Novi Sad) and 112 mm in Eastern Croatia (Osijek), with the average air temperatures in the respective regions being 23.1°C and 22.9°C. The corresponding data for the “favourable years” were 326 mm and 380.5 mm, and 20.5°C and 21.1°C, respectively. The long-term average values (1961-1990) of precipitation and air temperatures measured over the three summer months were similar for Novi Sad (207 mm and 20.4°C) and Osijek (211 mm and 20.3°C).

Key words: precipitation, air temperature, yield, maize, Serbia, Croatia

## Introduction

Maize is the first-ranking field crop in Serbia and Croatia, with a harvested area of 1201832 ha and 288549 ha in 2007 for Serbia and Croatia, respectively. The objective of this study was to evaluate maize yield variations over the years for the 2000-2007 period in Serbia and Croatia, specifically focusing on precipitation and temperature regime impacts.

## Material and methods

The Statistical Yearbooks of Serbia and Croatia were used as a source of maize yield data. Meteorological data (precipitation and mean air temperature: Novi Sad = NS, Osijek = OS) were obtained from the State Hydrometeorological Institutes based in Belgrade and Zagreb. The Vojvodina province (Serbia) and the region of Eastern Croatia (Croatia) were selected for the analysis of maize yield variations due to their being recognised as the major maize growing areas of both of the countries.

The Republic of Serbia covers an area of 88361 km<sup>2</sup>, with the Vojvodina province accounting for 21506 km<sup>2</sup> or 24.3% of the state territory. The Republic of Croatia covers an area of 56542 km<sup>2</sup>, with the region of Eastern Croatia (12454 km<sup>2</sup>) making up 22.0% of the state territory. When combined, the two bordering regions selected for the study, Vojvodina and Eastern Croatia, occupy an area of 33960 km<sup>2</sup> (Paunovic et al., 2010, Paunovic et al., 2011).

**Results and discussion**

The maize area harvested in Serbia over the period 2000-2007 was 1200982 ha/year on average with variations among years ranging from 1169976 ha to 1220174 ha. Maize yield variations among years fell within a wide range of 2.4 to 5.8 t ha<sup>-1</sup>. Vojvodina accounted for 52% of the country's harvested area of maize, with maize yields in this province being 14% above the state-level yield. During the same period, the maize area harvested in Croatia was on average 358780 ha or 70% lower than in Serbia, while maize yields were 20% higher. Maize yield variations among years in Croatia ranged from 3.9 to 6.9 t ha<sup>-1</sup>. Eastern Croatia accounted for 46% of the country's harvested area of maize, producing maize yields that were 8% above the state-level yield (Table 1).

**Table 1. Harvested areas and yields of maize**

Year	Harvested areas (ha) and grain yields of maize (t ha <sup>-1</sup> )								
	Serbia (Kosovo&Metohija not included)				Croatia				
	Serbia total		Vojvodina province		Croatia total		Eastern Croatia		
	ha	t ha <sup>-1</sup>	ha	t ha <sup>-1</sup>	ha	t ha <sup>-1</sup>	ha	t ha <sup>-1</sup>	
2000	1202944	2.4	616259	2.9	388639	3.9	180182	4.4	
2001	1216607	4.9	634202	5.6	405910	5.4	190136	6.4	
2002	1196533	4.7	618844	5.0	407272	6.1	187702	6.9	
2003	1199871	3.2	621612	3.4	405947	3.9	187118	4.5	
2004	1199921	5.5	633498	5.9	Data not available				
2005	1220174	5.8	649465	6.5	318891	6.9	148438	7.3	
2006	1169976	5.1	618865	5.9	296251	6.5	136712	6.7	
2007	1201832	3.2	660201	4.1	288549	4.9	134327	4.7	
Mean	1200982	4.3	631618	4.9	358780	5.4	166374	5.8	
Comparison of 2000-2007 means				Comparison of 2000-2007 means					
Index	100		52		100		46		
	100		114		100		108		

**Table 2. Weather data for Novi Sad (Serbia) and Osijek (Croatia)**

Year	Weather data for Osijek and Novi Sad (1961-90 = long-term mean 1961-1990)							
	Precipitation (mm) and mean air temperature (°C)							
	in June, July and August							
	June		July		August		Σ	Mean
mm	°C	mm	°C	mm	°C	mm	°C	
Novi Sad Weather Bureau								
2000	28	21.4	29	22.1	5	24.1	62	22.5
2001	233	18.3	56	22.3	30	22.7	319	21.1
2002	27	21.8	33	23.6	55	22.2	115	22.5
2003	31	24.0	60	22.6	30	24.6	121	23.7
2004	97	19.8	63	22.0	39	21.7	199	21.2
2005	135	19.3	123	21.4	134	19.4	392	20.0
2006	104	19.7	31	23.5	125	19.7	260	21.0
2007	71	22.0	39	23.2	80	23.4	190	22.9
1961-1990	81	19.4	69	21.2	56	20.6	207	20.4
Osijek Weather Bureau								
2000	10	22.5	63	21.7	5	23.7	78	22.6
2001	240	18.1	77	21.6	7	22.7	324	20.8
2002	36	21.1	59	22.3	77	20.9	172	21.4
2003	44	24.3	61	22.1	41	23.6	146	23.3
2004	77	19.2	43	21.5	96	21.0	216	20.6
2005	112	19.5	171	21.5	238	19.3	521	20.1
2006	91	20.1	15	23.5	134	19.3	240	20.1
2007	33	22.3	27	23.9	45	22.2	105	22.8
1961-1990	88	19.5	65	21.1	58	20.3	211	20.3

The above differences in maize grain yield mostly resulted from the effect of weather conditions. The effect of below-average precipitation and above-average air temperatures was associated with the below-average maize yields. During two "unfavourable years" (2000 and 2003), maize yields were 3.1 t ha<sup>-1</sup> (two-year average)

in Vojvodina and 3.9 t ha<sup>-1</sup> in Eastern Croatia. The yields produced during two “favourable years” (2005 and 2006) averaged 6.2 t ha<sup>-1</sup> (Vojvodina) and 6.7 t ha<sup>-1</sup> (Eastern Croatia). The maize yields during the “favourable years” were, on average, 50% (Vojvodina) and 42% (Eastern Croatia) above those obtained during the “unfavourable years”. These data suggest that the adverse effects of dry weather and high temperatures, when observed in relative terms, were higher in Vojvodina than in Eastern Croatia, coinciding with the differences in water deficit.

During the June-August period of the years “unfavourable” for maize production, average precipitation totalled 91.5 mm and 112 mm in Vojvodina (Novi Sad) and Eastern Croatia (Osijek), respectively, and air temperatures averaged 23.1°C (Novi Sad) and 22.9°C (Osijek). The corresponding data for the “favourable years” were 326 mm and 380.5 mm, and 20.5°C and 20.1°C for the respective regions (Table 2).

The long-term average values (1961-1990) of precipitation and air temperatures measured over the three summer months were similar for Novi Sad (207 mm and 20.4°C) and Osijek (211 mm and 20.3°C).

A similar effect of weather conditions on maize yield was reported in previous studies. Namely, during three favourable years (1982, 1984 and 1986), the average maize yield in Eastern Croatia was 6.69 t ha<sup>-1</sup>, as compared to the yield in three unfavourable years (1978, 1980 and 1988) being 5.11 t ha<sup>-1</sup> or 24% lower. The May-August precipitation was 285 mm in favourable years and 235 mm in unfavourable years (three-year average), and the July value was 65 mm and 40 mm, respectively (Josipovic et al., 2005; Šoštaric and Josipović, 2006; Kovačević et al., 2009).

Jelic et al. (2009) studied maize yield variations in Serbia (the regions of Kragujevac and Zaječar) and Croatia (Counties of Osijek-Baranya and Zagreb), specifically focusing on precipitation and temperature regime impacts. The year 2000 was extremely unfavourable for maize cultivation. The June-August precipitation in Kragujevac was 71 mm or as low as 35% relative to the long-term average, and that in Osijek was 78 mm or 37% relative to the average. Mean air temperatures were 22.9°C (Kragujevac) and 22.6°C (Osijek) or 2.5°C and 2.3°C above the average. Due to the drought- and high temperature-induced stress, maize yields were as low as 1.78 t ha<sup>-1</sup> (region of Kragujevac) and 3.96 t ha<sup>-1</sup> (County of Osijek-Baranja).

The ideal sum of precipitation for maize, as reported by Rosić and Bajić (1989), during June (127 mm), July (100 mm) and August (90 mm) is 317 mm. An analysis of the 30-year average precipitation (1961-90) in June through August for Novi Sad and Osijek suggests that the total precipitation for the specified period was 207 mm for Novi Sad and 211 mm for Osijek, with the precipitation deficit observed being 110 mm and 106 mm for the respective regions.

The measures that might help mitigate the negative effects of drought and high temperatures include cultivating drought-tolerant maize hybrids, using short-season hybrids that pass quickly through critical growth stages, thereby avoiding the negative effect of drought, and reducing the level of improvisation within the cultural practices employed (autumn ploughing combined with autumn fertilisation, higher application rates of fertilisers, potassium in particular, determination of optimum sowing date, sowing depth and seeding rate, weed control, etc.).

## Conclusions

Maize is the major field crop both in Serbia and in Croatia. The Vojvodina province and Eastern Croatia are major maize growing areas in the respective countries. Considerable maize yield variations among the study years are generally the result of weather characteristics, especially during three summer months. In this respect, weather characteristics such as water deficit accompanied by high air temperatures are unfavourable for maize growth. Irrigation during the critical stages of maize growth, cultivation of drought-tolerant hybrids and use of conventional soil and crop management practices are among the major measures that can help alleviate the effect of unfavourable weather conditions.

## References

- Jelic M., Kovacevic V., Djalovic I., Biberdzic M. (2009). Climate change influences on maize yields in Serbia and Croatia. University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine of the Banat Timisoara, Research Journal of Agricultural Science, Vol. 41 (1) 2009: 44-48.
- Josipović M., Kovačević V., Petošić D. and Šoštaric J. (2005). Wheat and maize yield variations in the Brod-Posavina area. Cereal Res. Comm. 33 (1): 229-233.



## Maize yield variations in Northern Serbian and Eastern Croatian regions

- Maklenović V., Vučković S., Kovačević V., Prodanović S., Živanović Lj. (2009). Precipitation and temperature regimes I mpacts on maize yields. In: Proceedings of 44<sup>th</sup> Croatian and 4<sup>th</sup> International Symposium on Agriculture (Maric S. and Loncaric Z. Editors.), 16<sup>th</sup> – 20<sup>th</sup> Febraury 2009, Opatija; Faculty of Agriculture Osijek, p. 569-573.
- Kovačević V., Maklenović V., Jolankai M. (2009). Oborinski i temperaturni režim kao faktori prinosa kukuruza u Hrvatskoj, Srbiji i Mađarskoj. *Agroznanje*, Vol. 10, 3: 67-75.
- Paunović A., Kovačević V., Madić M., Jelić M., Iljkić D. (2010). Uticaj vremenskih prilika na prinose pšenice u periodu 2000-2007. godine. Zbornik radova, XV Savetovanje o biotehnologiji s međunarodnim učešćem, 26. i 27. marta 2010, Čačak, Srbija, Vol. 15(16): 29-36.
- Paunovic A., Madic M., Knezevic D., Jelic M. (2011). The effect of weather conditions on barley yield in Serbia during 2000-2007. In: Proceedings of 46<sup>th</sup> Croatian and 6<sup>th</sup> International Symposium on Agriculture (Editor in Chief Milan Pospisil), 14<sup>th</sup>-18<sup>th</sup> February 2011, Opatija, Faculty of Agriculture, Zagreb, Croatia, p. 591-595.
- Rosić K., Bajić N. (1989). *Ratarstvo*, Agronomski fakultet, Čačak, p. 149-210.
- Šoštarić J., Josipović M. (2006). Weather and soil influences on maize yield in the eastern Croatia. *Universitatea se Stiente Agricole si Medicina Veterinara Iasi, Lucrari Stiintifice - Volume 49, seria Agronomie*, p. 161-167.

### Acknowledgements

This study is supported by bilateral Serbian-Croatian projects “Adaptation of Soil and Crop Management Practices and Cultivars to Global Climatic Changes” and “Improvement of Acid Soils by Liming and Fertilisation”.

saz2012\_0516

# Rezultati novijih OS hibrida kukuruza u makropokusima 2011. godine

Hrvoje PAVŠIĆ, Luka ANDRIĆ, Branimir ŠIMIĆ, Goran KRIZMANIĆ, Ivica BERAKOVIĆ

Poljoprivredni institut Osijek, Južno predgrađe 17, 31 000 Osijek, Hrvatska  
(e-mail: hplavsic@poljinos.hr)

## Sažetak

Šest novijih hibrida kukuruza kreiranih na Poljoprivrednom institutu Osijek, testirano je na većem broju lokaliteta u Republici Hrvatskoj tijekom 2011. godine sa većim brojem komercijalnih hibrida kukuruza domaće i stranih oplemenjivačkih kuća. Istraživanje je provedeno usporednom analizom visine prinosa i vlažnosti zrna novijih OS hibrida kukuruza (Os 378, Os 396, Os 398, Drava 404, Os 430 i Os 515) te drugih hibrida kukuruza uključenih u istraživanje prema pripadajućim FAO grupama. Ostvareni prinos zrna novijih OS hibrida kukuruza kretao se od 7028 do 11960 kg ha<sup>-1</sup> s indeksom prinosa zrna u odnosu na prosječan prinos FAO grupe 0,79 do 1,10. Rezultati komparativnih pokusa potvrđuju visoku agronomsku vrijednost novijih OS hibrida kukuruza.

Ključne riječi: OS hibridi, kukuruz, FAO grupa, lokalitet, prinos, vlaga zrna

## Results of some newer Os maize hybrid in macro trials in year 2011

### Abstract

Six newer maize hybrids from Agricultural Institute Osijek, were tested on eight location around of Republic of Croatia during the year 2011 together with large number of new and commercial hybrids. In investigation was conducted comparative analysis of high grain yield and water content of some newer Os maize hybrids (Os 378, Os 396, Os 398, Drava 404, Os 430 and Osk 515) and other hybrids involved in the study by FAO corresponding groups. Os maize hybrids grain yield was from 7028 to 11960 kg ha<sup>-1</sup> with yield index from 0.79 to 1.10 reference to total average of FAO group of other hybrids include in this trial. The results of comparative macro trials confirmed high agronomic performance of newer Os maize hybrids.

Key words: Os hybrids, maize, FAO groups, location, yield, water content

### Uvod

Visoki prinos zrna glavni je cilj svakog oplemenjivača u kreiranju novih hibrida kukuruza. Međutim, uspjeh hibrida na tržištu osim o visokom prinosu ovisi i o stabilnosti u različitim proizvodnim uvjetima (klimatski, zemljišni i agrotehnički). Svaki onaj hibrid koji može ostvariti relativno visoki prinos zrna na više ispitivanih lokaliteta može se smatrati prihvatljivim odnosno hibridom visoke gospodarske vrijednosti. Tijekom 2011. godine na više lokaliteta testirani su noviji hibridi kukuruza (Os 378, Os 396, Os 398, Drava 404, Os 430 i Os 515) zajedno sa većim brojem hibrida kukuruza drugih oplemenjivačkih kuća zastupljenih na tržištu RH po pripadajućim FAO grupama.

### Materijal i metode istraživanja

Noviji OS hibridi kukuruza (Os 378, Os 396, Os 398, Drava 404, Os 430 i Os 515) testirani su na osam lokaliteta u komparativnim pokusima s brojnim hibridima drugih oplemenjivačkih kuća. Lokaliteti na kojima su izvršena testiranja su: Kutjevo - pogon Kula, Križevci - Visoko Gospodarsko učilište, Sveti Martin na Muri, Koška – Hana Koška, Vinkovci – PIK Vinkovci, Belje – PC Kneževo, Anagalis Stipanovci i Staro Štefanje. Uz OS hibride kukuruza u makropokuse su bili uključeni hibridi kukuruza još 10 drugih oplemenjivačkih kuća, a broj hibrida unutar svake analizirane FAO grupe varirao je od 5 do 28, odnosno po lokalitetu od 24 do 61. Sjetva pokusa na svakom lokalitetu obavljena je na preporučene sklopove uz uobičajenu agrotehniku za kukuruz. Prinos zrna utvrđen je kombajniranjem svake parcelice zasebno na svakom lokalitetu, mjerenjem odvaga požetih parcelica i mjerenjem prirodne vlage zrna. Obračunske parcelice bile su veličine 280 do 840 m<sup>2</sup> po pojedinom hibridu. Prinos prirodnog zrna mjeren je ili prijenosnom elektronskom vagom (Schran Engineering, model 715) ili kolnom vagom na Ekonomskom dvorištu a vlaga zrna vlagomjerom. Izmjerena odvaga svakog pojedinog hibrida na svakom ispitivanom lokalitetu preračunata je na površinu od 1 hektara te na standardnu vlagu od 14%. Dobiveni rezultati uprosječeni su prema pripadajućim FAO grupama dozrijevanja a dobivene vrijednosti praćenih OS hibrida kukuruza uspoređeni su indeksiranjem prema dobivenim prosječnim vrijednostima svih hibrida kukuruza u pojedinoj FAO grupi i na pojedinom lokalitetu.

### Rezultati i rasprava

Rezultati ostvarenih prinosa zrna i sadržaja vlage u zrnu novijih Os hibrida kukuruza po pojedinom istraživanom hibridu i lokalitetu prikazani su u Tablicama 1. do 6. Prema analiziranim vrijednostima hibrid kukuruza Os 378 najveći prinos zrna ostvario je na lokalitetu Kutjevo (11596 kg ha<sup>-1</sup>) sa indeksom prinosa od 1,09 u FAO grupi 300 a najniži na lokalitetu Staro Štefanje (9347 kg ha<sup>-1</sup>) gdje su i prosječni prinosi bili najniži u odnosu na sve promatrane lokalitete. Međutim, i na tom lokalitetu prinos zrna Os 378 bio je za 6% (indeks 1,06) veći od prosječnog prinosa svih hibrida FAO grupe 300 na tom lokalitetu. Analizirajući sve promatrane lokalitete, prosječni prinos Os 378 bio je za 1% (indeks prinosa 1,01 – 10433 kg ha<sup>-1</sup>) veći od prosjeka hibrida FAO grupe 300 na svim promatranim lokalitetima a prinos veći od prosjeka grupe zabilježen je na lokalitetima Kutjevo, Križevci, Staro Štefanje i Anagalis Stipanovci dok je vlaga zrna na većem broju lokaliteta bila je nešto veća od prosjeka grupe (Tablica 1.).

Tablica 1. Prinos zrna (kg ha<sup>-1</sup>) i sadržaj vode u zrnu (%) hibrida Os 378 prema prosječnim vrijednostima svih testiranih hibrida u FAO 300 po lokalitetima.

	Os 378		FAO 300		Indeks Os 378/FAO 300		
	prinos	vlaga	broj hibrida	prinos prosjeak	vlaga prosjeak	prinos	vlaga
Kutjevo	11596	16,9	14	10667	17,9	1,09	0,94
Belje	10633	21,5	13	11065	19	0,96	1,13
VGUK	10990	15,8	12	10837	16	1,01	0,99
PIK Vinkovci							
Sv Martin na Muri							
Hana Koška	10188	14	5	11163	14	0,91	1,00
Staro Štefanje	9347	20,2	7	8841	18	1,06	1,12
Anagalis Stipanovci	9845	17,8	8	9317	16,3	1,06	1,09
Prosjeak	10433	17,7		10315	18,8	1,01	

Hibrid Os 396 je najveći prinos zrna ostvario na lokalitetu Belje (11169 kg ha<sup>-1</sup>) i sa indeksom prinosa od 1,01 prema prosjeku prinosa svih promatranih hibrida FAO grupe 300 a najniži prinos zabilježio je na lokalitetu Anagalis – Stipanovci (8438 kg ha<sup>-1</sup>) i indeksom od 0,91, što znači da je ostvareni prinos zrna bio za 9% manji od prosjeka prinosa svih hibrida FAO 300 na tom lokalitetu. Prinos veći od prosjeka FAO grupe 300 zabilježen je na lokalitetima Belje, Sveti Martin na Muri i Staro Štefanje (Tablica 2.). Vlaga zrna bila je na većini lokaliteta tek nešto veća od prosjeka grupe. Hibrid Os 398 prvi je put zastupljen na pokusima a najveći prinos ostvario je na lokalitetu Belje (11518 kg ha<sup>-1</sup>) i prinosom koji je bio za 4% veći (indeks 1,04) od prosječnog prinosa svih hibrida FAO grupe 300 na tom lokalitetu. Najniži prinos bio je na lokalitetu Križevci (9220 kg ha<sup>-1</sup>) i prinosom koji je bio za 15% manji (indeks 0,85) od prosjeka svih hibrida grupe 300. Međutim, na

većini promatranih lokaliteta (Kutjevo, Belje i Sveti Martin na Muri) prinos hibrida Os 398 bio je veći od prosjeka hibrida FAO grupe 300 a jedini rezultat sa indeksom prinosa 0,85 može se smatrati slučajnošću (Tablica 3.). Vlaga zrna bila je tek nešto malo veća od prosjeka grupe. Hibrid Drava 404 najveći prinos ostvario je na lokalitetu Belje (11622 kg ha<sup>-1</sup>) iako sa prinosom nešto nižim od prosjeka FAO grupe 400 (indeks 0,96). Najbolji rezultat prema ostalim praćenim hibridima, bio je na lokalitetu Kutjevo gdje je prinos Drave 404 bio za 9% veći od prosjeka grupe. Najniži prinos zabilježen je na lokalitetu Anagalis Stipanovci (8686 kg ha<sup>-1</sup>). Analizirajući rezultate sa svih promatranih lokaliteta, zaključujemo da je Drava 404 po prosjeku ostvarenih prinosa ali i po sadržaju vlage u zrnu gotovo jednaka prosjeku prinosa svih hibrida FAO grupe 400 sa 8 lokaliteta (Tablica 4.).

Tablica 2. Prinos zrna (kg ha<sup>-1</sup>) i sadržaj vode u zrnu (%) hibrida Os 396 prema prosječnim vrijednostima svih testiranih hibrida u FAO 300 po lokalitetima.

	Os 396		broj hibrida	FAO 300		Indeks Os 396/FAO 300	
	prinos	vlaga		prinos prosjek	vlaga prosjek	prinos	vlaga
Kutjevo	10169	19,8	14	10667	17,9	0,95	1,10
Belje	11169	18,2	13	11065	19	1,01	0,96
VGUK	10490	16,5	12	10837	16	0,97	1,03
PIK Vinkovci							
Sv Martin na Muri	8858	21,3	21	8789	21	1,01	1,01
Hana Koška	10410	15,1	5	11163	14	0,93	1,08
Staro Štefanje	9379	21,9	7	8841	18	1,06	1,22
Anagalis Stipanovci	8438	18,1	8	9317	16,3	0,91	1,11
Prosjek	9845	18,7		10315	18,8	0,95	

Tablica 3. Prinos zrna (kg ha<sup>-1</sup>) i sadržaj vode u zrnu (%) hibrida Os 398 prema prosječnim vrijednostima svih testiranih hibrida u FAO 300 po lokalitetima.

	Os 398		broj hibrida	FAO 300		Indeks Os 398/FAO 300	
	prinos	vlaga		prinos prosjek	vlaga prosjek	prinos	vlaga
Kutjevo	10652	19,7	14	10667	17,9	1,00	1,10
Belje	11518	19	13	11065	19	1,04	1,00
VGUK	9220	18,3	12	10837	16	0,85	1,14
PIK Vinkovci							
Sv Martin na Muri	9487	20,7	21	8789	21	1,08	0,98
Hana Koška							
Staro Štefanje							
Anagalis Stipanovci							
Prosjek	10219	19,4		10340	18,5	0,99	

Tablica 4. Prinos zrna (kg ha<sup>-1</sup>) i sadržaj vode u zrnu (%) hibrida Drava 404 prema prosječnim vrijednostima svih testiranih hibrida u FAO 400 po lokalitetima.

	Drava 404		broj hibrida	FAO 300		Indeks Dr 404/FAO 400	
	prinos	vlaga		prinos prosjek	vlaga prosjek	prinos	vlaga
Kutjevo	11127	20,1	28	10184	20,1	1,09	1,00
Belje	11622	20,1	20	12108	22	0,96	0,91
VGUK	10100	17,6	17	10481	17	0,96	1,04
PIK Vinkovci	8755	13,6	18	8262	13	1,06	1,04
Sv Martin na Muri	8965	21,9	21	8868	23	1,01	0,95
Hana Koška	10631	15,6	14	10900	16	0,98	0,98
Staro Štefanje	8840	20,5	12	9170	19	0,96	1,08
Anagalis Stipanovci	8686	17,1	14	9208	16,8	0,95	1,02
Prosjek	9841	18,3		9898	18,4	1,00	

## Results of some newer Os maize hybrid in macro trials in year 2011

Tablica 5. Prinos zrna (kg ha<sup>-1</sup>) i sadržaj vode u zrnu (%) hibrida Os 430 prema prosječnim vrijednostima svih testiranih hibrida u FAO 400 po lokalitetima.

	Os 430		broj hibrida	FAO 300		Indeks Os 430/FAO 400	
	prinos	vlaga		prinos prosjek	vlaga prosjek	prinos	vlaga
Kutjevo	8975	21,7	28	10184	20,1	0,88	1,08
Belje	10967	22,4	20	12108	22	0,91	0,91
VGUK	10080	17,8	17	10481	17	0,96	1,00
PIK Vinkovci	7831	13,5	18	8262	13	0,95	1,04
Sv Martin na Muri	7028	22,4	21	8868	23	0,79	0,97
Hana Koška	11960	15,2	14	10900	16	1,10	0,95
Staro Štefanje	8102	20,8	12	9170	19	0,88	1,09
Anagalis Stipanovci	8192	17,8	14	9208	16,8	0,89	1,06
Prosjek	9142	18,9		9897	18,4	0,92	

Tablica 6. Prinos zrna (kg ha<sup>-1</sup>) i sadržaj vode u zrnu (%) hibrida Oskk 515 prema prosječnim vrijednostima svih testiranih hibrida u FAO 500 po lokalitetima.

	Oskk 515		broj hibrida	FAO 300		Indeks Os 515/FAO 500	
	prinos	vlaga		prinos prosjek	vlaga prosjek	prinos	vlaga
Kutjevo							
Belje	10804	22,6	20	12261	23	0,88	0,98
VGUK	10770	15,8	13	10705	18	1,01	0,87
PIK Vinkovci	7876	13,4	13	7881	13	1,00	1,03
Sv Martin na Muri	9288	22,6	10	9816	25	0,95	0,90
Hana Koška	11074	15,6	8	11462	16	0,97	0,97
Staro Štefanje	10727	22,2	5	10029	26	1,07	0,85
Anagalis Stipanovci	9595	18,3	16	9407	17,7	1,02	1,03
Prosjek	8767	16,3		8945	17,3	0,99	

Hibrid Os 430 najveći prinos ostvario je na lokalitetu Hana Koška (11960 kg ha<sup>-1</sup>) i indeksom prinosa 1,10 a najniži prinos na lokalitetu Sveti Martin na Muri (7028 kg ha<sup>-1</sup>) i indeksom 0,79 (Tablica 5.). Hibrid Os 515 kao i Drava 404 već drugu godinu na širokom tržištu kao i u pokusima pokazuje visoku rodnost i stabilnost. I u ovom istraživanju, Os 515 pokazao je visoku gospodarsku vrijednost. Najveći prinos ostvaren je na lokalitetu Hana Koška (11074 kg ha<sup>-1</sup>) i indeksom prinosa 0,97 a najniži prinos na lokalitetu Vinkovci (7876 kg ha<sup>-1</sup>) ali i indeksom 1,00. Gledajući ukupno na sve promatrane lokalitete, Os 515 je na većini njih ostvario veći prinos i nižu vlagu zrna od prosjeka grupe (Tablica 6.).

### Zaključak

Tijekom provedenog istraživanja na 8 lokaliteta u komparativnim pokusima, noviji Os hibridi kukuruza potvrdili su visoku rodnost i stabilnost. Svaki promatrani hibrid Poljoprivrednog instituta Osijek, po prinosu zrna i sadržaju vlage u zrnu, dokazao je da je po visini prinosa i brzini otpuštanja vode iz zrna u potpunosti na razini najboljih svjetskih hibrida koji su bili zastupljeni u ovim promatranjima a u okvirima svoje FAO grupe. Ukupno gledajući, najbolje rezultate po visini prinosa imali su hibridi Os 378 te Os 515 koji se isticao i po niskoj razini vode u zrnu a u okvirima pripadajućih grupa dozrijevanja. Dakle, promatrani noviji Os hibridi kukuruza tijekom ovog istraživanja potvrdili su visoka i stabilna gospodarska svojstva, te se nameću kao izvrstan izbor u proizvodnji kukuruza u Republici Hrvatskoj.

### Literatura

“Interni izvještaj s Dana polja Os hibrida kukuruza u 2011. godini“, Poljoprivredni institut Osijek, 2011.

sa2012\_0517

# Utjecaj mase sjemenskog gomolja na prinos različitih sorti krumpira u uvjetima zapadne Srbije

Dobrivoj POŠTIĆ<sup>1</sup>, Nebojša MOMIROVIĆ<sup>2</sup>, Zoran BROČIĆ<sup>2</sup>, Željko DOLIJANOVIĆ<sup>2</sup>, Zoran JOVOVIĆ<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Teodora Drajzera 9, 11040 Beograd, Srbija (e-mail: pdobrivoj@yahoo.com)

<sup>2</sup> Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11000 Beograd-Zemun, Srbija

<sup>3</sup> Biotehnički fakultet, Mihaila Lalića 1, 81000 Podgorica, Crna Gora

## Sažetak

Proučavanja utjecaja mase sjemenskog gomolja na prinos krumpira dvije najčešće uzgajane sorte krumpira Cleopatra i Desiree obavljena su u uvjetima zapadne Srbije tijekom 2007. i 2008. godine. Istraživanja su provedena sadnjom gomolja mase  $50 \pm 5$  g,  $70 \pm 5$  g,  $90 \pm 5$  g i  $110 \pm 5$  g. Rezultati istraživanja pokazuju da je masa sjemenskog gomolja vrlo značajno utjecala na ukupan prinos i prinos tržišnih gomolja krumpira. U obje istraživačke godine najveći prinos gomolja dobiven je sadnjom najkrupnije frakcije (110 g). Veći prinosi krumpira u uvjetima semiaridne klime zapadne Srbije (Mačve) postižu se sadnjom sjemenskih gomolja veće krupnoće i sorti kraćeg vegetacijskog razdoblja.

Ključne riječi: krumpir, masa sjemenskog gomolja, sorta, prinos

## The influence of the seed tuber mass on the yield of different potato varieties in the conditions of western Serbia

### Abstract

Study the influence of the mass of seed tubers on total yield of two most commonly grown potato cultivars -Desiree and Cleopatra were carried out in the condition of western Serbia. The investigation were conducted by planting tuber weight:  $50 \pm 5$ g,  $70 \pm 5$ g,  $90 \pm 5$ g and  $110 \pm 5$ g in 2007 and 2008 year.

The results show that the mass of seed tubers had very significant impact on total yield and yield of potato marketable tubers. The largest tuber yield in the experiment was obtained by planting the biggest tuber weight (110g). Higher total yield tubers in the conditions of semiarid climate in western Serbia (Macva) are achieved by planting larger seed fractions and shorter growing season varieties.

Key words: potato, seed tuber mass, variety, yield

### Uvod

U ukupnoj proizvodnji hrane u Srbiji, krumpir zauzima značajno mjesto. Prema podacima Republičkog zavoda za statistiku iz 2010. godine krumpir se uzgaja na preko 78.000 ha površina u Srbiji s prosječnim prinosom (u razdoblju 2003.-2009.) koji se kreće na razini  $11,5 \text{ t ha}^{-1}$  i značajno zaostaje za prinosima

krumpira u Europi i svijetu. Osnovni uzrok niskih prinosa je još uvijek kvaliteta sadnog materijala i uzgoj bez navodnjavanja pored ostalih agrotehničkih mjera kao što su gnojidba i zaštita. Masa sjemenskog gomolja je važno svojstvo i mjerljiva komponenta kvalitete sjemena krumpira (Poštić i sur., 2011) od koje izravno ovisi ponašanje usjeva u polju i broj primarnih nadzemnih izdanaka (PNI) po biljci (van der Zaag, 1992; Khan et al., 2004). Broj PNI po biljci značajno utječe na razvoj nadzemne mase odnosno asimilacijske površine (van der Zaag, 1992), broj zametnutih gomolja po biljci, odnosno ukupan prinos gomolja (Khan et al., 2004). Brdsko planinsko područje s nadmorskom visinom preko 700 m predstavlja najpovoljnije područje za uzgoj krumpira u Srbiji. Međutim, posljednjih godina rastu proizvodne površine pod krumpirom u Mačvi, Sremu, Potisju i u drugim područjima Vojvodine i Srbije, uzgojem ranih do srednje kasnih sorti za ranu i za ranu jesensku prodaju. Cilj ovih istraživanja bio je pronalaženje optimalne veličine sjemenskog gomolja koja će u agroekološkim uvjetima zapadne Srbije (Mačve) dati najveći ukupan prinos i prinos tržišnih gomolja krumpira.

### Materijal i metode

Istraživanja utjecaja mase sjemenskog gomolja na ukupan prinos dviju najzastupljenije sorte krumpira rane Cleopatra i srednje kasne Desiree izvedena su tokom 2007. i 2008. godine na lokaciji zapadne Srbije (Badovinci, KO Bogatić), na tlu tipa aluvijalnog nanosa (tablica 1). Poljski mikropokusi postavljeni su kao trofaktorijalni metodom podijeljenih parcela, u četiri ponavljanja. Sadnja naklijalih sjemenskih gomolja krumpira je izvedena ručno u prvoj dekadi travnja. Tijekom vegetacije primijenjene su agrotehničke mjere koje spadaju u standardnu tehnologiju uzgoja krumpira.

Tablica 1. Kemijske osobine tla tipa aluvijalnog nanosa na pokusnom polju

Dubina (cm)	pH		CaCO <sub>3</sub> (%)	Humus (%)	Topivi mg/100g	
	H <sub>2</sub> O	nKCL			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
0-40	6,85	6,45	0,00	2,44	13,94	15,00

Tablica 2. Meteorološki uvjeti tijekom vegetacije krumpira (2007. i 2008.) i višegodišnji podaci (1975.-2006.) za područje zapadne Srbije

Godina	Mjesec				Prosjek
	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	
Temperatura zraka (°C)					
2007	13,0	18,5	22,0	22,6	19,68
2008	12,9	18,3	21,7	21,7	19,22
1975-2006	11,1	16,7	19,9	20,9	17,86
Količina oborina (mm)					
2007	0	79,0	75,2	38,7	255,4
2008	52,4	42,4	68,1	61,0	256,6
1975-2006	48,5	53,4	81,9	63,3	293,9

Radni uzorci ispitivanih sorti sjemenske frakcije 35-55 mm su kalibriranjem podijeljeni u četiri frakcije prema masi: 50 g ( $\pm$  5 g), 70g ( $\pm$  5 g), 90g ( $\pm$  5 g) i 110 g ( $\pm$  5 g). Formirani uzorci čuvani su tijekom zime u uvjetima ( $t=2-4^{\circ}\text{C}$  i  $\text{RH}=95\%$ ). Polovicom veljače uzorci su stavljeni na naklijavanje standardnom europskom metodom (Poštić i sur., 2009). Prije sadnje ocijenjeni su broj okaca i klica po gomolju ( $>3\text{mm}$ ). Tijekom vegetacije ocjenjivana je: brzina nicanja biljaka, broj primarnih nadzemnih izdanaka (PNI) po biljci (65 dana nakon sadnje). Broj gomolja po biljci, ukupan prinos i prinos tržišnih gomolja ocjenjivani su dva tjedna nakon desikacije usjeva uzorkovanjem  $4 \times 10$  biljaka po svakoj varijanti. U tržišne gomolje su uvršteni pravilno razvijeni zdravi gomolji mase preko 70 g. Ukupan prinos i prinos tržišnih gomolja obrađeni su metodom trofaktorijalne analize varijance (ANOVA) korištenjem statističkog paketa Statistics 5.5 (Windows, analitički softver), a ocjena razlika između srednjih vrijednosti napravljena je LSD testom. Meteorološki podaci tijekom izvođenja pokusa prikazani su u tablici 2.

## Rezultati i rasprava

Iz rezultata prikazanih u tablici 3. vidi se da je sorta Cleopatra u dvogodišnjem prosjeku, u zavisnosti od mase sjemenskog gomolja formirala nešto veći broj okaca po gomolju (8,1) u odnosu na sortu Desiree (7,4), dok je formiran broj klica po gomolju kod obje sorte bio isti (6,9). U dvogodišnjem prosjeku neznatno veći broj PNI postigla je sorta Cleopatra (3,0) u odnosu na sortu Desiree (2,8), dok je neznatno veći broj gomolja po biljci formirala sorta Desiree (6,6) u odnosu na sortu Cleopatru (6,2), tablica 3. Kao što je očekivano ocjenjivane osobine rastu s povećanjem mase sjemenskog gomolja kod obje istraživane sorte (tablica 3). Fiziološka starost krupnijih gomolja je veća a povećanjem fiziološke starosti raste broj formiranih klica po gomolju (Poštić i sur., 2009; Poštić i sur., 2010). Sorta Cleopatra je u dvogodišnjem prosjeku formirala značajno veću masu gomolja i to za 30 g, u odnosu na sortu Desiree (tablica 3).

Dobiveni rezultati (tablica 4) nam ukazuje na značaj mase sjemenskog gomolja, odnosno da brzina i ujednačenost nicanja biljaka u polju se smanjuje sadnjom gomolja manje mase. Na varijantama gdje su sađeni gomolji mase 110 g biljke su brže i ujednačenije nicala kod obje sorte. Rana sorta Cleopatra nicala je brže i ujednačenije u odnosu na sortu Desiree (tablica 4).

Tablica 3. Vrijednosti ocjenjivanih osobina krumpira (2007.-2008.)

Sorta	Cleopatra					Desiree				
	Masa sjemenskog gomolja (g)									
Osobina	110	90	70	50	x	110	90	70	50	x
Br. okaca po gomolju	8,7	8,4	8,1	7,2	8,1	8,0	7,6	7,4	6,4	7,4
Br. klica po gomolju	7,6	6,8	6,9	6,5	6,9	7,4	6,9	7,2	6,4	6,9
Broj PNI po biljci	3,8	3,1	2,8	2,1	3,0	3,3	3,0	2,7	2,2	2,8
Broj gomolja po biljci	7,0	6,4	6,3	5,0	6,2	7,1	6,7	6,6	6,0	6,6
Masa gomolja (g)	110	108	99	111	107	82	79	74	74	77

Tablica 4. Brzina nicanja (%) krumpira (2007.-2008.)

Sorta	Cleopatra					Desiree				
	Masa sjemenskog gomolja (g)									
Dani posle sadnje	110	90	70	50	x	110	90	70	50	x
13	28	23	20	18	22	20	15	15	13	16
17	65	63	43	40	53	38	28	23	18	27
19	88	85	68	66	77	68	61	59	43	58
21	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tablica 5. Ukupan prinos gomolja (t ha<sup>-1</sup>) u godinama istraživanja

Sorta (B)	Cleopatra					Desiree				
	Masa sjemenskog gomolja (g) (A)									
Godina (C)	110	90	70	50	(%)	110	90	70	50	(%)
2007	36,1	32,1	26,6	24,3		22,9	21,9	19,2	17,0	
Prosjeck		29,8			146		20,3			100
2008	37,3	34,8	33,1	27,0		32,8	28,2	26,6	25,1	
Prosjeck		33,1			117		28,2			100
F	A	B	C	AB	AC	BC	ABC			
	16,72**	36,27**	35,53**	5,58**	0,97 ns	3,48*	0,69 ns			
LSD <sub>0,05</sub>	1,75	1,24	1,75	2,48		2,48				
LSD <sub>0,01</sub>	3,00	2,12	3,00	4,24		4,24				

\*\* - razina značajnosti 0,01; \* - razina značajnosti 0,05; ns- nema značajnosti

Analiza ukupnog prinosa gomolja pokazala je statistički vrlo značajne razlike pod utjecajem mase sjemenskog gomolja, sorte i uvjeta proizvodnje (tablica 5). Kao što je očekivano, za obje sorte i četiri krupnoće sjemenskog gomolja najveći prinos je postignut sadnjom najkrupnije frakcije (110 g) što se poklapa s rezultatima (Bročić i sur., 2000), dok se ukupan prinos sadnjom ostale tri mase gomolja međusobno značajno razlikovao.



Manji ukupan prinos u 2007. godini je sigurno posljedica sušnog proljeća (bez oborina u travnju) i vrlo visokih temperatura zraka (tablica 2) uvjetovali su visoko značajnu razliku u ukupnom prinosu gomolja između varijanti u okviru sorte i između samih sorti. Prosječni prinos sorte Cleopatra u 2008. godini je bio 33,1 t/ha, u prosjeku za 17 % viši u odnosu na sortu Desiree (28,2 t ha<sup>-1</sup>), tablica 5. Prosječno manji prinos postignut je u 2007. godini, sorta Cleopatra 29,8 t ha<sup>-1</sup>, u prosjeku za 46% viši u odnosu na sortu Desiree (20,3 t ha<sup>-1</sup>), čemu je doprinijela relativno kasna sadnja (prva dekada travnja) ove srednje kasne sorte i nepovoljniji uvjeti tijekom vegetacije. Vrlo značajna odstupanja u odnosu na statističku značajnost su nastala u međusobnom utjecaju mase sjemenskog gomolja i uvjeta proizvodnje i interakcije drugog reda u obje godine istraživanja.

Analiza prinosa tržišnih gomolja pokazala je statistički vrlo značajne razlike pod utjecajem mase sjemenskog gomolja, sorte i uvjeta proizvodnje (tablica 6). Uočava se da je utjecaj ispitivanih čimbenika i njihovih interakcija na prinos tržišnih gomolja kod ispitivanih sorti sličan kao i na ukupan prinos.

**Tablica 6. Prinos tržišnih gomolja (t ha<sup>-1</sup>) u godinama istraživanja**

Sorta (B)	Cleopatra					Desiree				
	Masa sjemenskog gomolja (g) (A)									
Godina (C)	110	90	70	50	(%)	110	90	70	50	(%)
2007	25,9	23,4	19,5	17,7		14,9	14,6	10,9	10,9	
Prosjeck	21,6				168	12,8				100
2008	31,5	30,2	28,4	23,7		27,0	24,4	23,0	21,1	
Prosjeck	28,4				119	23,9				100
	A	B	C	AB	AC	BC	ABC			
F	21,19**	29,62**	11,45**	7,21**	0,72 ns	2,83*	0,59 ns			
LSD <sub>0,05</sub>	0,20	0,28	0,28	0,39		0,56				
LSD <sub>0,01</sub>	0,34	0,48	0,48	0,68		0,96				

\*\* - razina značajnosti 0,01; \* - razina značajnosti 0,05; ns- nema značajnosti

Povoljniji klimatski uvjeti u 2008. godini doprinijeli su da sorte ostvare značajno veći prinos tržišnih gomolja u odnosu na 2007. godinu. Veći prinosi krumpira rane sorte Cleopatra u obje godine istraživanja u odnosu na sortu Desiree su očekivani imajući u vidu da je pokus izveden u uvjetima suhog ratarenja.

### Zaključak

Na temelju dvogodišnjih istraživanja ustanovljen je vrlo značajan utjecaj mase sjemenskog gomolja, sorte i uvjeta proizvodnje na ukupan prinos i prinos tržišnih gomolja krumpira.

Najveći ukupan prinos i prinos tržišnih gomolja postiže se sadnjom sjemenskog gomolja mase 110 g.

Vrlo značajna odstupanja dobivena su u pogledu ukupnog prinosa i prinosa tržišnih gomolja kod međusobnog utjecaja mase sjemenskog gomolja i uvjeta proizvodnje u obje godine istraživanja.

U uvjetima suše s visokim temperaturama zraka, pogodnije je uzgajati sorte s kraćim vegetacijskim razdobljem, što je u našim istraživanjima bila sorta Cleopatra.

Sadnjom sjemenskih gomolja mase 110 g pozitivan učinak utjecaja uzgoja ranih sorti krumpira se povećava i postiže se veći ukupan prinos i prinos tržišnih gomolja u uvjetima semiaridne klime u zapadnoj Srbiji (Mačvi).

### Literatura

- Bročić Z., Momirović N., Biljana Barčik., Đekić R. (2000). Ispitivanje tehnologije gajenja i produktivnosti ranih sorata krumpira. Arhiv za poljoprivredne nauke 61, 215 (vanr. sv.), 131-141.
- Khan, I.A., M.L. Deadman, H.S. Al-Nabhani, K.A. Al-Habsi, (2004): Interactions between Temperature and yield components in exotic potato cultivars grown in Oman. Plant Breeding Abstracts, Vol. 74, No.6, pp. 1011.

- Poštić D., Sabovljević R., Ikanović J., Davidović M., Goranović Đ., (2009): Uticaj agroekoloških uslova proizvodnje i predtretmanana na životnu sposobnost semenskih krtola krompira sorte Desiree. Zbornik Naučnih radova XXIII Savet agronoma, veterinarara i tehn., Vol. 15, br. 1-2, 99-111
- Poštić D., Momirović N., Bročić Z., Dolijanović Ž., Aleksić G., Trkulja N., Ivanović Ž., (2010): Utjecaj uvjeta proizvodnje na kvalitetu sjemenskih gomolja krumpira sorte Desiree. 3<sup>rd</sup>. International scientific/professional conference. Proceedings & abstracts, Vukovar, 215-220
- Poštić, D., Momirović, N., Bročić, Z., Dolijanović Ž., Aleksić G. i Ivanović, Ž. (2011): Ocjena kvalitete sjemenskog krumpira. Proceedings. 46<sup>th</sup> Croatian and 6<sup>th</sup> International Symposium on Agriculture. Opatija. 477-480.
- Van der Zaag D.E. (1992): Potatoes and their cultivations in the Netherlands, ed. NIVAA, The Hague, The Netherlands, pp. 1-76

**s2012\_0518**

# Screening for boron toxicity tolerance of oilseed rape genotypes

Jasna SAVIĆ<sup>1</sup>, Miroslav NIKOLIĆ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Belgrade, Faculty of Agriculture, 11080 Zemun-Belgrade, Serbia  
(email: jaca@agrif.bg.ac.rs)

<sup>2</sup>Institute for Multidisciplinary Research, University of Belgrade, Nemanjina 6, 11030 Belgrade, Serbia

## Abstract

Screening of 16 oilseed rape (*Brassica napus* L) genotypes for boron (B) boron toxicity tolerance was performed by growing plants in nutrient solutions. Plants were exposed to two levels of external B supply: 10  $\mu$ M (control) and 1000  $\mu$ M (toxic) for four weeks. Genotypic variation in plant growth and B accumulation was significant. Four genotypes had good relative growth (NS-L-7, Banacanka, NS-L-13, Navaho); while at others it was less than 50% (Silvia, Panther, Artus, NS-L-15). Root and shoot B concentration did not correspond to relative growth in contrasting genotypes. This indicates that fast screening techniques should be combined with other findings regarding B accumulation in plants.

Key words: B toxicity, oilseed rape, nutrient solutions, relative growth, B uptake

## Introduction

Boron (B) toxicity is widespread worldwide, affecting crop production. In arid and semiarid regions B toxicity is usually associated with low rainfall (Cartwright et al. 1984; Sillanpaa, 1982) and high salinity occurs in most high boron soils (Reid 2010). High B concentrations have been reported in Australia (Nuttall et al. 2003) and Turkey (Sillanpaa, 1982). Amelioration of B toxicity by leaching B from the soil or immobilization of B might be very expensive. Beside decreasing the yield of cereals B toxicity also affects production of oilseed Brassicas (Nable and Paul, 1991; Campbell et al. 1998).

B tolerance differs between and within the plant species. Intra specific variation in response to B occurs in wheat (*Triticum vulgare*) (Paull et al., 1988), barley (Nable, 1988; Nable et al., 1990), *Brassica rapa* (Kaur et al., 2006). Chantachume et al., (1995) developed screening method for testing B tolerance in wheat genotypes.

Physiological mechanisms affecting differential expression of B toxicity stress within plant species are not clear. Differences occur in B root uptake, root to shoot translocation and shoot accumulation. Wimmer et al., (2005) suggested that B tolerance is genotype specific with mechanisms including reduced uptake rates and differential translocation and allocation within plants.

Kaur et al., (2006) found differences in B tolerance between *Brassica rapa* genotypes by screening under controlled environment, indicating that B tolerance was determined by B exclusion from the shoot. A small number of studies on screening for B toxicity tolerance in oilseed rape genotypes have been carried by now.

Screening for B toxicity in 16 oilseed rape genotypes was done with aim to study genotypic variation in plant growth and B uptake as starting results for further selection of B tolerant genotypes.

## Materials and methods

Seeds of 16 oilseed rape genotypes of different origin and quality (Panther, Silvia, Artus, NS-L-15, Slavica, Zenith, Capitol, Lirajet, Pronto, Express, Rafaela, Tradition, NS-L-7, Banacanka, NS-L-13, Navaho) were obtained from Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad, Serbia. Seeds were germinated on filter paper moistened with saturated  $\text{CaSO}_4$  solution at 25°C. The 4-d-old seedlings were transferred to

continuously aerated standard nutrient solution containing (mM): 0.7 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0.1 KCl, 2.0 Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, 0.5 MgSO<sub>4</sub>, 0.1 KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> and (μM) 0.5 MnSO<sub>4</sub>, 0.5 ZnSO<sub>4</sub>, 0.2 CuSO<sub>4</sub>, 0.01 (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub> and 40 Fe(III)-EDTA. B was added as H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> at two levels of supply: 10 μM (control) and 1000 μM (toxic). Plants were grown in the glasshouse under following environmental conditions: light/dark regime of 16/8 h, photon flux density of approximately 400 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> at plant height (fluorescence light), and temperature was around 25°C and day/night temperature oscillations were small due to additional heating. There were four plants per 2 L pot and each pot was one replication.

Four weeks after transfer to nutrient solutions plants were cut in hypocotyl, roots were rinsed with distilled water and dried between two layers of filter paper. Plant material was dried at 80°C for 8 h and dry weight was determined. For determination of B concentration in roots and shoots dry material was ashed at 550°C for 8 h. Ash was dissolved with 0.5 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and all samples were centrifuged at 1000 g, before determination of B concentration in roots and shoots by azomethine-H method.

Both treatments had 4 replicates. Analysis of variance was performed on growth parameters and B concentration. The mean separation was made by calculating LSD at *P*<0.05.

### Results and discussion

Typical toxicity symptoms occurred at all genotypes after four weeks in 1000 μM nutrient solution. Chlorotic and/or necrotic patches were visible at margins and tips of older leaves. Genotypic variation in root and shoot dry weight was significant under both toxic and adequate B supply, with 2-4-fold difference between genotypes (Table 1). Under conditions of B toxicity relative root and shoot growth was the highest at Navaho, NS-L-13, Banacanka and NS-L-7. Navaho and NS-L-13 even had better root and shoot growth compared to control (120% and 117%; 100% and 107%, respectively). Similar tendency for an increase in growth of wheat plants grown in high B soil was recorded by Torun et al. (2006). On the other side, Kaur et al. (2006) tested 19 *Brassica rapa* genotypes to B toxicity tolerance in experiment with nutrient solutions and the lowest reduction in tap root length was 11% and 12% under less severe toxicity (15-65 μM). In presented study, Panther and Silvia showed the lowest relative growth (20% and 25%, respectively). Four weeks growing period was long enough for B toxic concentration to affect plant growth.

Root and shoot B concentration was differing significantly between genotypes at both treatments and as it was expected much higher at plants grown under toxicity B conditions (Table 2). Similar results were obtained by Ozturk et al., (2010) at spring canola cultivars after application of 15 kg B ha<sup>-1</sup>. Although, B concentration in leaves was much less, varying from 30-86 mg B kg<sup>-1</sup> DW).

Table 1. Root and shoot dry weight, relative growth (%) of 16 oilseed rape genotypes grown for four weeks in nutrient solutions at toxic (1000 μM) and adequate B supply (10 μM; control).

	Root (g per plant <sup>-1</sup> )			Shoot (g per plant <sup>-1</sup> )		
	10 μM	1000 μM	1000/10 (%) <sup>*</sup>	10 μM	1000 μM	1000/10 (%)
Panther	0.10	0.02	20	0.93	0.29	31
Silvia	0.04	0.01	25	0.47	0.22	47
Artus	0.05	0.02	40	0.77	0.32	42
NS-L-15	0.05	0.02	40	0.62	0.19	30
Slavica	0.04	0.02	50	0.41	0.22	54
Zenith	0.04	0.02	50	0.48	0.33	69
Capitol	0.06	0.03	50	0.68	0.41	60
Lirajet	0.05	0.03	60	0.45	0.37	82
Pronto	0.03	0.02	67	0.45	0.26	58
Express	0.03	0.02	67	0.27	0.23	85
Rafaela	0.05	0.04	80	0.46	0.44	96
Tradition	0.07	0.06	86	1.10	0.62	56
NS-L-7	0.04	0.04	100	0.69	0.58	84
Banaćanka	0.05	0.05	100	0.83	0.69	83
NS-L-13	0.02	0.02	100	0.29	0.31	107
Navajo	0.05	0.06	120	0.63	0.74	117
lsd <sup>a</sup>	0.01	0.01		0.13	0.16	

<sup>\*</sup>represents percentage of the value at 1000 μM to that at 10 μM; <sup>a</sup> lsd - least significant difference indicating genotype main effect, <sup>\*\*</sup>*P*<0.05

## Screening for boron toxicity tolerance of oilseed rape genotypes

In our study, B concentrations in roots remained relatively low to those in shoots, as previously stated by Nable (1988). Obtaining such a high toxic concentration in shoot is a result of very toxic B concentration in growing medium. Panther and Silvia which performed the lowest relative growth had relatively lower shoot B concentrations (316.4 and 280.3  $\mu\text{g B g}^{-1}$  DW, respectively). Among genotypes with high relative growth shoot B concentration was lower only at Banacanka i NS-L-13. As found for wheat and barley by Nable (1988) and for peas and medic (Paull et al., 1992) tolerant genotypes maintain lower concentrations of B in both root and shoot than do susceptible genotypes. In presented study, the lowest shoot B concentration was at Lirajet which also performed good relative growth, but root B concentration was not the lowest (57.6  $\mu\text{g B g}^{-1}$  DW), as compared to other genotypes. Similar results were obtained for Banacanka and NS-L-13 which had good relative growth. Obtained results are not enough for selection of genotypes tolerant or susceptible to B toxicity. More than one level of toxic supply could be included in experiment as well as determination of B in different segments of leaves.

Under B toxicity treatment B uptake by plant was the highest at Navaho (256.0  $\mu\text{g B per plant}^{-1}$ ) which performed better growth and high B accumulation in shoot at the same time. Interestingly, plants of NS-L-13 which also had a good relative growth accumulated only 80.7  $\mu\text{g B per plant}^{-1}$ , due to lower B concentration in shoot. There was also significant variation in B uptake at control, indicating this parameter depends more on growth potential than possible existence of mechanism determine B tolerance. At both treatments relative translocation was above 97% at all genotypes, which does not exclude possible existence of mechanism/s that provides maintaining lower B concentrations in roots and shoots.

**Table 2. Boron uptake and accumulation in roots and shoots of 16 oilseed rape genotypes. Root and shoot B concentration, total B uptake per plant and relative translocation in plants grown for four weeks in nutrient solutions at toxic (1000  $\mu\text{M}$ ) and adequate B supply (10  $\mu\text{M}$ ; control).**

Genotype	Root B concentration ( $\mu\text{g B g}^{-1}$ DW)		Shoot B concentration ( $\mu\text{g B g}^{-1}$ DW)		Total B uptake ( $\mu\text{g B per plant}^{-1}$ )		Relative translocation (%)	
	10 $\mu\text{M}$	1000 $\mu\text{M}$	10 $\mu\text{M}$	1000 $\mu\text{M}$	10 $\mu\text{M}$	1000 $\mu\text{M}$	10 $\mu\text{M}$	1000 $\mu\text{M}$
Panther	10.2	25.1	25.5	316.4	23.8	92.3	96.2	99.3
Silvia	17.0	65.3	30.1	280.3	14.2	62.3	95.3	98.4
Artus	47.6	74.6	103.8	344.2	79.9	111.6	95.9	98.4
NS-L-15	22.2	44.4	19.9	395.0	12.4	75.9	96.9	99.1
Slavica	19.1	48.7	25.7	394.0	10.6	87.7	93.9	99.1
Zenith	51.3	50.9	86.4	441.7	41.5	146.8	94.3	98.9
Capitol	34.8	66.5	65.2	274.5	44.4	114.5	96.0	98.1
Lirajet	16.0	57.6	32.7	206.5	14.7	78.1	95.1	98.0
Pronto	5.2	21.0	32.9	292.5	14.8	76.5	98.4	99.5
Express	20.8	74.6	34.2	414.0	9.2	96.7	94.2	98.9
Rafaela	15.0	72.0	26.0	311.3	12.0	139.9	93.9	97.5
Tradition	55.8	37.4	65.5	291.5	72.1	182.9	95.5	98.1
NS-L-7	40.2	32.7	60.6	439.2	41.8	256.0	96.0	99.5
Banacanka	41.7	80.8	70.9	276.0	58.9	194.5	96.0	98.0
NS-L-13	29.4	51.0	54.9	256.9	15.9	80.7	96.9	98.6
Navajo	39.5	61.4	88.1	375.0	55.5	281.2	97.6	98.2
lsd <sup>a</sup>	4.0	6.4	5.4	41.1	9.5	32.7		

<sup>a</sup>lsd- least significant difference indicating genotype main effect, \*\* $P < 0.05$

## Conclusions

B toxicity affected plant growth and B accumulation of 16 oilseed rape genotypes grown in nutrient solutions. Relative growth was the highest at NS-L-7, Banacanka, NS-L-13 and Navaho, while Silvia, Panther, Artus and NS-L-15 showed relative growth less than 50%. Root and shoot B concentration did not correspond to relative growth in contrasting genotypes, indicating that relative root length might be more reliable parameter for determining B tolerance. Contrasting genotypes must be studied in soil experiments with more detailed analyses regarding B concentration in plant tissues.

## References

- Campbell TA, Rathjen AJ, Paull JG, Islam AKMR (1998). Method for screening bread wheat for tolerance to boron. *Euphytica*. 100:131-135.
- Chantachume Y, Smith D, Hollamby G J, Paull J G, Rahtjen A J (1995) Screening for boron tolerance in wheat (*T. aestivum*) by solution culture in filter paper. *Plant Soil* 177: 249-254.
- Kaur S, Nicolas ME, Ford R, Norton R, Taylor PWJ (2006). Physiological mechanisms of tolerance to high boron concentration in Brassica rapa. *Functional Plant Biology*. 33: 973–980.
- Nable R.O. (1988): Resistance to boron toxicity amongst several barley and wheat cultivars: A preliminary examination of the resistance mechanism. *Plant and Soil*. 112: 45-52.
- Nable R, Paull J, Cartwright B. (1990). Problems associated with the use of foliar analyses for diagnosing boron toxicity in barley. *Plant and Soil*. 128: 225-232.
- Nable RO, Paull JG (1991). Mechanism and genetics of tolerance to boron toxicity in plants. In: Randall DD, Blevins DG, Miles CD (eds) Current topics in plant biochemistry and physiology. University of Missouri Press, Columbia, pp257–273.
- Ozturk O, Souly S, Ada R, Gezgin S, Babaogly M. (2010). Studies on differential response of spring canola cultivars to boron toxicity. *Journal of Plant nutrition*. 33:1141-1154.
- Paull, J.G, Nable, R.O and Rathjen, A.J (1992). Physiological and genetic control of the tolerance of wheat to high concentrations of boron and implications for plant breeding. *Plant and Soil*. 146: 251–260.
- Reid R. (2010): Can we really increase yields by making crop plants tolerant to boron toxicity? *Plant Science*. 178:9-11.
- Sillanpaa, M. (1982). Micronutrients and the nutrient status of soils: A global study. *FAO Soil Bulletin* 48. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Torun A, Yazici A, Erdem H, Cakmak I. (2006): Genotypic variation in tolerance to boron toxicity in 70 durum wheat genotypes. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 30:49-58.
- Wimmer MA, Bassil ES, Brown PH, Läuchli A. (2005). Boron response in wheat is genotype-dependent and related to boron uptake, translocation, allocation, plant phenological development and growth rate. *Functional Plant Biology*. 32: 507-515.

sa2012\_0519

# Bread wheat traits related to yield under post-anthesis stress

Jasna SAVIĆ<sup>1</sup>, Dejan DODIG<sup>2</sup>, Vesna KANDIĆ<sup>2</sup>, Đorđe GLAMOČLIJA<sup>1</sup>, Steve QUARRIE<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 11080 Belgrade, Serbia  
(e-mail: jaca@agrif.bg.ac.rs)

<sup>2</sup>Maize Research Institute Zemun Polje, Slobodana Bajica 1, 11185 Belgrade, Serbia

## Abstract

This research used defoliation to simulate terminal drought to study its effects on final grain size and yield per ear and correlations with several agronomic traits. Forty-five genotypes of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) were defoliated 8 days after anthesis and grown with intact control plants. Yield per ear, 1000 grain weight, spike dry weight and total biomass were significantly lower under terminal drought stress. Correlation between stem-related traits and yield per ear was not significant, but stem height and peduncle length contributed significantly to maintaining final grain size. High yield per ear was achieved largely by variation in total biomass and number of grains per spike and these traits could be the target for indirect selection in breeding programmes for improving bread wheat under post-anthesis stress.

Key words: post-anthesis stress, bread wheat, defoliation, agronomic traits, correlation

## Introduction

Drought affects crop production throughout the world, causing high economic losses. Drought resistance interacts with the stage of plant development when stress occurs (Blum 2005). Post-anthesis water deficits result in early senescence and more mobilization of pre-anthesis stored assimilates to grains in cereals (Kobata *et al.* 1992; Palta *et al.* 1994; Yang *et al.* 2001; 2003). Recent studies in wheat have shown that during grain filling, mobilised reserves from stems and leaf sheaths can supply 10–62% of final grain weight under normal conditions and 40–100% under post-anthesis drought (Ehdaie *et al.* 2008).

Several agronomic traits have been proposed as criteria for drought tolerance improvement in wheat. For example, plant biomass is an important factor governing the relative sensitivity of the genotype to drought stress (Borrel *et al.* 1993). As large plants have greater stability of yield under adverse conditions, cereal plant breeders often tend to target cultivars of such plants (Reynolds *et al.* 1994). Also, other morphological characters such as grain number per spike, 1000 grain weight, peduncle length, spike weight, grain weight per spike affect terminal drought tolerance in hexaploid wheat (van Ginkel *et al.* 1998; Najafijan *et al.* 2011).

Blum (1983a & b) proposed the use of chemical desiccation of the canopy after flowering as a means of inhibiting plant photosynthesis and thus revealing the capacity for grain filling by stem reserves. Here we used leaf blade defoliation as an alternative to chemical desiccation. This research used defoliation to simulate terminal drought to study its effects on several agronomic traits including grain size and yield per ear.

## Material and methods

The experimental material consisted of 45 genotypes of bread wheat: 38 breeding lines and seven registered varieties grown in the Maize Research Institute “Zemun Polje” in the 2010/2011 growing season. The seeds were hand-sown in rows of 1 m length with 20 cm between rows, and with five rows in each plot. When plants came to anthesis, five main shoot ears from middle rows were tagged for control (K) and five for simulated drought stress treatment (Z). To simulate terminal drought stress conditions, eight days after anthesis plants were defoliated (removal of all leaf blades) on tagged plant from the Z treatment. On selected plants flag leaf

area (cm<sup>2</sup>), stem height (cm) and peduncle length (cm) were measured. K and Z plants were harvested at maturity and dried at 80°C for 24 h and yield components including total biomass (g), yield per ear (g), 1000 grain weight (g), ear dry weight (g), number of spikelets per ear and number of grains per ear were determined. A t-test was performed to test the significance of differences between the treatment means. Relationships between traits were examined by Pearson's correlation analysis.

## Results and discussion

Means comparison showed that yield per ear, 1000 grain weight, ear dry weight and total biomass were significantly decreased under Z treatment (Table 1). For these traits Z/K ratio ranged from 0.82 (1000 grain weight and ear dry weight) to 0.87 (total biomass). As was expected, stem height, length of peduncle, number of spikelets per ear and number of grains per ear were not affected by defoliation indicating that all yield components except grain weight have already been determined. Blum *et al.* (1983a; b) who performed chemical desiccation after anthesis in wheat also showed that translocation capacity of the plant in the absence of transient photosynthesis is generally estimated as variation in grain yield. Coefficients of variation for 1000 grain weight (13%), yield per ear (16%), total biomass (18%) and ear dry weight (20%) in Z treatment are relatively high suggesting valuable variation for selecting genotypes more tolerant to terminal drought stress.

**Table 1. Arithmetic mean, range and coefficient of variation (CV) of agronomic traits in control (K) and defoliated (Z) treatments (averaged over 45 genotypes).**

Trait	K			Z			Z/K
	Mean	Range	CV, %	Mean	Range	CV, %	
Yield per ear (g)	2.8 <sup>a</sup>	1.7-3.9	18.1	2.3 <sup>b</sup>	1.6-3.1	16.0	0.82
1000 grain weight (g)	49.6 <sup>a</sup>	32.7-64.6	14.0	42.6 <sup>b</sup>	31.6-52.1	13.0	0.86
Stem height (cm)	74.0 <sup>a</sup>	56.3-92.4	11.0	74.0 <sup>a</sup>	58.0-91.0	12.0	1.00
Length of peduncle (cm)	32.6 <sup>a</sup>	27.5-40.8	1.0	32.5 <sup>a</sup>	23.5-37.5	1.0	1.00
Ear dry weight (g)	2.8 <sup>a</sup>	1.6-3.5	17.0	2.3 <sup>b</sup>	1.8-3.1	2.0	0.82
Total biomass (g)	5.2 <sup>a</sup>	3.9-6.6	16.0	4.5 <sup>b</sup>	3.0-5.8	1.8	0.87
Number of spikelets/ear	20.6 <sup>a</sup>	17.0-29.8	12.0	20.1 <sup>a</sup>	17.2-25.6	1.0	0.98
Number of grains/ear	56.5 <sup>a</sup>	43.4-84.4	19.0	54.9 <sup>a</sup>	33.2-88.4	2.0	0.97

\*means in the same row followed by the same letter are not significantly different at the 0.05 level of probability

Correlations (*r*) between agronomic traits were calculated for mean values of 45 genotypes at treatment K (Table 2) and treatment Z (Table 3). Under K treatment grain yield per spike was significantly correlated with 1000 grain weight, flag leaf length, flag leaf area, length of peduncle, ear dry weight and number of grains per spike. Interestingly, correlation with number of spikelets per spike was not significant. 1000 grain weight was significantly correlated only with stem height and length of peduncle, which was not the case with flag leaf parameters. Ear dry weight, total biomass, number of spikelets per ear and number of grains per spike were significantly associated with flag leaf parameters, but were not with stem height. van Ginkel *et al.* (1998) studied grain yield of sixteen advanced wheat lines under fully irrigated moisture regime and reported a similar correlation with stem height, but much stronger correlation with biomass and a negative correlation with length of peduncle.

Surprisingly, in defoliated plants yield per spike had no significant correlation with stem height and peduncle length (Table 3), indicating that taller plants would not necessarily give a higher yield under drought stress after anthesis. This is in contrast to Dodig *et al.* (2011) who found with 96 diverse genotypes that yield maintenance in defoliated plants was highly significantly correlated with peduncle length (flag leaf node to base of the ear), and especially with extruded peduncle length (flag leaf ligule to base of the ear). This difference could be explained by a smaller range of stem height and peduncle length in our set of genotypes. In the present study, yield per spike was significantly correlated with spike dry weight, total biomass and number of grain per spike. Additionally, 1000 grain weight was positively correlated with stem height and length of peduncle, which is in accordance with van Ginkel *et al.* (1998).



## Bread wheat traits related to yield under post-anthesis stress

**Table 2. Correlations (r) between agronomic traits in control (K) treatment**

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
(1) Yield per ear	1.00										
(2) 1000 grain weight	0.47**	1.00									
(3) Flag leaf length	0.32*	-0.17	1.00								
(4) Flag leaf wide	0.27	-0.23	0.57**	1.00							
(5) Flag leaf area	0.33*	-0.22	0.69**	0.87**	1.00						
(6) Stem height	0.21	0.68**	-0.25	0.32	-0.26	1.00					
(7) Length of peduncle	0.44**	0.51**	0.19	0.09	0.33	0.62**	1.00				
(8) Ear dry weight	0.70**	-0.03	0.42**	0.65**	0.69**	-0.20	0.30	1.00			
(9) Total biomass	0.37	-0.07	0.41**	0.69**	0.71**	0.10	0.23	0.96**	1.00		
(10) Number of spikelets/spike	0.34	-0.38	0.49**	0.67**	0.66**	0.31	-0.19	0.68**	0.74**	1.00	
(11) Number of grains/spike	0.67**	-0.31	0.29	0.44**	0.30	-0.33	0.06	0.77**	0.71**	0.24	1.00

\*\* and \* significant at the 0.01 and 0.05 levels, respectively

**Table 3. Correlations (r) between agronomic traits in defoliated (Z) treatment**

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
(1) Yield per ear	1.00							
(2) 1000 grain weight	0.25	1.00						
(3) Stem height	-0.22	0.66**	1.00					
(4) Length of peduncle	-0.04	0.47**	0.72**	1.00				
(5) Spike dry weight	0.73**	0.07	-0.41**	-0.07	1.00			
(6) Total biomass	0.71**	-0.01	-0.26	-0.10	0.97**	1.00		
(7) Number of spikelets/spike	0.27	-0.40**	-0.41**	0.16	0.75**	0.76**	1.00	
(8) Number of grains/spike	0.73**	-0.49**	-0.46**	-0.22	0.39**	0.63**	0.45**	1.00

\*\* and \* significant at the 0.01 and 0.05 levels, respectively

## Conclusions

Although we found no significant correlation between stem-related traits and yield per ear, stem height and peduncle length contributed significantly to maintaining final grain size under terminal drought stress. High yield per spike was achieved largely by variation in total biomass and number of grains per spike and these traits could be the target for indirect selection in breeding programmes for improving bread wheat under post-anthesis stress.

## References

- Blum A, Poyarkova H, Golan G, Mayer J. (1983a). Chemical desiccation of wheat plants as a simulator of post-anthesis stress. I. Effects on translocation and kernel growth. *Field Crops Research*. 6: 51-58.
- Blum A, Mayer J, Golan G. (1983b). Chemical desiccation of wheat plants as a simulator of post-anthesis stress. II. Relations to drought stress. *Field Crops Research*. 6: 149-155.
- Blum A. (2005). Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential—are they compatible, dissonant, or mutually exclusive? *Australian Journal of Agricultural Research*. 56: 1159-1168.
- Borrel AK, Incoll LD, Dalling MJ. (1993). The influence of the *rht<sub>1</sub>* and *Rht<sub>2</sub>* alleles on the deposition and use of stem reserves in wheat. *Annals of Botany*. 71: 317-326.
- Dodig D, Barnes J, Kobiljski B, Quarrie S. (2011): Traits associated with relocation of resources during grain filling in defoliated bread wheat varieties: phenotypic and genetic analyses. Book of Abstracts of the Annual Main Meeting of the Society for Experimental Biology, 01-04 July 2011, Glasgow, Scotland, 193.
- Kobata T, Palta JA, Turner NC. (1992). Rate of development of post-anthesis water deficits and grain filling of spring wheat. *Crop Science*. 32: 1238-1242.
- Najafijan G, Jafarnejad A, Ghandi A, Nikooseresht R. (2011): Adaptive traits related to terminal drought tolerance in hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes under field conditions. *Crop Breeding Journal*. 1: 57-73

- Reynolds MP, Balota M, Delgado MIB, Amani I, Fischer RA. (1994). Physiological and morphological traits associated with spring wheat yield under hot, irrigated conditions. *Australian Journal of Plant Physiology*. 21: 717-730.
- Ehdaie B, Alloush GA, Waines JG (2008). Genotypic variation in linear rate of grain growth and contribution of stem reserves to grain yield in wheat. *Field Crops Research* 106: 34-43.
- Palta AJ, Kobata T, Turner N C, Fillery IR. (1994): Remobilization of carbon and nitrogen in wheat as influenced by postanthesis water deficits. *Crop Science*. 34: 118–124.
- Yang J C, Zhang J H, Wang ZQ, Zhu QS, Wang W (2001). Remobilization of carbon reserves in response to water deficit during grain filling of rice. *Field Crops Research*. 71: 47–55.
- Yang X, Chen X, Ge Q, Li B, Yiping Tong, Zhang A, Li Z, Kuang T, Lu C. (2003). Tolerance of photosynthesis to photoinhibition, high temperature and drought stress in flag leaves of wheat: A comparison between a hybridisation line and its parents grown under field conditions. *Plant Science*. 171: 389-397.
- van Ginkel M, Calhoun DS, Gebeyehu G, Miranda A, Tian-you C. (1998). Plant traits related to yield of wheat in early, late, or continuous drought conditions. *Euphytica* 100: 109-121.

sa2012\_0520

# Mineral and bacterial fertilization effects on chemical composition and yield of wheat

Aleksandra STANOJKOVIĆ<sup>1</sup>, Dragutin ĐUKIĆ<sup>2</sup>, Leka MANDIĆ<sup>2</sup>, Radmila PIVIĆ<sup>1</sup>, Aleksandar STANOJKOVIĆ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute of Soil Science, Teodora Drajzera 7, 11000 Belgrade, Serbia  
(e-mail: astanojkovic@yahoo.com)

<sup>2</sup>Faculty of Agronomy, Cara Dušana 34, 32000 Čačak, Serbia

<sup>3</sup>Faculty of Veterinary Medicine, Bulevar oslobođenja 18, 11000 Belgrade, Serbia

## Abstract

The aim of this study was to evaluate the influence of an application of different rates of mineral fertilizers and their combination with selected bacterial inoculants (N-fixing *Klebsiella planticola* and *Enterobacter* spp.) on chemical composition and yield of the grain of wheat.

The studied soil type was Eutric Cambisol. The experiment was set up in a randomized block design with three replicates, based on the following variants: control (Ø, non-fertilized soil); 60 kg·ha<sup>-1</sup> N and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and 40 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> (low rates of mineral fertilizers); 120 kg·ha<sup>-1</sup> N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O (high rates of mineral fertilizers); *Enterobacter* sp. strains + 60 kg·ha<sup>-1</sup> N and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and 40 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>; *Enterobacter* sp. strains + 120 kg·ha<sup>-1</sup> N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O; *K. planticola* + 60 kg·ha<sup>-1</sup> N and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and 40 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>; *K. planticola* + 120 kg·ha<sup>-1</sup> N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O. Winter wheat (cv. Evropa 90) was used as a test plant. Measuring of the yield of crop was carried out at the end of the vegetation.

The results of the study showed that an application of high rates of mineral fertilizers and their combination with bacterial inoculants resulted in increased contents of nitrogen, phosphorus, potassium and proteins in the grains of the crop studied. The highest increase in the yield of the wheat was obtained by the same mentioned treatments, although the combination of bacterial inoculants and low rates of mineral fertilizers resulted in higher yields comparing to the application of lower rates of the pure mineral nutrients.

Concluding, it was estimated that the studied bacterial inoculants can be used to supplement the use of urea-N, helping to ensure that the supply of nutrients contributing to optimized yield is maintained.

Key words: mineral fertilizers, bacterial inoculants, wheat, chemical composition, yield

## Introduction

Wheat, *Triticum aestivum* L., is one of the major crop in agricultural production of Serbia. Generally speaking, in this country the cultivation of wheat occupies an area of 600,000 to 900,000 ha with an average yield of 3.92 to 6.42 t·ha<sup>-1</sup> (Denčić et al., 2005).

Increasing the yield and improving the quality of crops have been the challenges for sustainable agriculture (Yu-kui et al., 2009). The yield of crops, in addition to varietal characteristics, largely depends on the tillage, chemical, physical and microbiological properties of the soil (Jeličić et al., 1997). Fertilization, among other factors, was one of the reasons that pushed crop production (Salvagiotti et al., 2010), whereas the traits of the cumulative effect of fertilizers (the change of biological and chemical soil properties, the content of biogenic elements and heavy metals etc.) have often been disregarded. Regardless of their major role in crop productivity and soil fertility, increased use of mineral fertilizers (particularly nitrogen) in agricultural production has however raised concerns, because the nitrogen surplus is at risk of leaving the plant-soil system and thereby causing environmental contamination (Acosta-Martinez and Tabatabai, 2000; Alizadeh

and Ghadeai, 2006). Thus, sustainable agriculture in Serbia should not be only a steady and substantial increase in crop yields, but also the management and conservation of soil and water. The problems concerned can be overcome by partial replacement of these fertilizers by application of microbial inoculants, in order to inhibit or stimulate certain cellular processes, including mineralization ones, thus leading to the improvement of physical, chemical and biological soil properties (Milošević et al., 2003).

The plant production systems, type and rate of applied fertilizers and climate characteristics affect greatly on intensity of the N, P and K uptake by agricultural crops and their yield. Hence, having in mind the above mentioned, the aim of this investigation was to examine the influence of different rates of mineral fertilizers and their combination with selected soil bacterial inoculants on chemical composition and yield of the grain of wheat cultivated on eutric cambisol type of soil.

### Material and methods

The investigation was conducted on Mladenovac experimental station of Institute of Soil Science, located 55 km from Belgrade in Serbia, during the year 2007. Mean monthly air temperatures and precipitation sums for the study year are presented in Table 1.

Table 1. Mean monthly air temperature and precipitation sum for the study year

Month	Year 2007		Mean 1990-2007	
	Temperature (°C)	Precipitation (mm)	Temperature (°C)	Precipitation (mm)
January	7.6	49.3	1.8	41.9
February	7.2	56.0	3.7	36.8
March	10.2	99.6	8.0	42.8
April	14.9	3.8	12.8	54.6
May	19.5	79.0	18.2	51.4
June	23.8	107.6	21.6	94.8
July	25.8	17.5	23.2	66.1
August	24.2	72.5	23.1	60.1
September	16.2	84.1	17.6	63.8
October	11.8	103.6	13.1	53.8
November	5.2	131.5	7.4	55.6
December	1.1	34.5	2.3	61.5
Mean	14.0	-	12.7	-
Total	-	839.0	-	683.2

The studied soil type was Eutric Cambisol. The experiment was set up in a randomized block design with three replicates, based on the following variants: control ( $\emptyset$ , non-fertilized soil); 60 kg·ha<sup>-1</sup> N and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and 40 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> (N1, low rates of mineral fertilizers); 120 kg·ha<sup>-1</sup> N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O (N2, high rates of mineral fertilizers); *Enterobacter* sp. strains + 60 kg·ha<sup>-1</sup> N and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and 40 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> (ES+N1); *Enterobacter* sp. strains + 120 kg·ha<sup>-1</sup> N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O (ES+N2); *Klebsiella planticola* + 60 kg·ha<sup>-1</sup> N and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and 40 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> (KP+N1); *Klebsiella planticola* + 120 kg·ha<sup>-1</sup> N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O (KP+N2). Winter wheat (cv. Evropa 90) was used as a test plant.

Nitrogen fertilizer was applied in the form of urea with 46% N, phosphorus – in the form of monoammonium phosphate with 52% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 11% N, and potassium – as a 40% potassium salt (KCl).

The pure culture of an associative N-fixing bacterium *K. planticola* was obtained from the stock culture of the Microbiology Laboratory of Faculty of Agronomy (Čačak, Serbia), while the *Enterobacter* strains (KG-75 and KG-76) were obtained from the stock culture of the Microbiology Laboratory in the Center for Small Grains (Kragujevac, Serbia), where they have been isolated from the rhizosphere of wheat.

Pure liquid inoculums of *K. planticola* and *Enterobacter* spp. were made using fermentors with suitable nutrient broth and incubated with aeration for 48 h at 28°C ± 1. The inoculation of the soil under young, 2-3 leaves formed plants of wheat was carried out using plastic haversack sprinkler with 300.00 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> of diluted liquid bacterial inoculums, previously made by adding the tap water in the pure bacterial liquid inoculums.

The preliminary observation of the soil studied included the analysis of the following soil chemical parameters: soil acidity - potentiometrically, using glass electrode; available phosphorus and potassium -

spectrophotometrically and flame-photometrically, respectively, using Al-method by Egner-Riehm (Riehm, 1958); humus content, using Tiurin's method, modified by Simakov (Ostrowska et al., 1991); soil total nitrogen, using elemental CNS analyzer, Vario model EL III (Nelson and Sommers, 1996).

In the full grain maturity stage of winter wheat the grains were taken and weighed before and after drying at 105°C. For all the plant samples from all the variants studied the chemical analyses of the grains were done. Phosphorus was determined by spectrophotometer with molybdate, and potassium – by flame emission photometry (Maksimović et al., 2008). The content of nitrogen was analyzed on elemental CNS analyzer, Vario model EL III (Nelson and Sommers, 1996), while the content of the crude proteins in dry matter was calculated on the basis of N content (Licitra et al., 1996).

Statistical analysis of the results obtained from the chemical analyses of the grains was performed using SYSTAT - 16 software (SPSS Inc., 2007). The statistical significance (P-value) in effects of different fertilization variants on all the variables tested was determined using Analysis of Variance (ANOVA) method. The effects of applied fertilizers on the chemical composition of wheat were evaluated using Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at P = 0.05 and P = 0.01.

The data on the grain yield were adjusted to 14% moisture content and presented graphically.

### Results and discussion

The main chemical characteristics of the study soil are presented in Table 2. The soil is characterized by acid reaction, high available potassium and medium available phosphorus, humus and total nitrogen supply.

By analyzing the contents of nitrogen, phosphorus, potassium and proteins in grains of wheat (Table 3), it was determined that an application of high rates of mineral fertilizers (120 kg·ha<sup>-1</sup> N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O) and their combination with bacterial inoculants has caused a significant increase in the share of nitrogen, phosphorus, potassium and protein in the grains of the crop studied compared to the other tested variants. Hence, the excess of microbiologically fixed nitrogen, with higher amounts of mineral nitrogen, influenced positively on the accumulation of the stated elements and compounds in the study plant material, which is in accordance with previous researches (Pandey et al., 1998).

Table 2. Main chemical characteristics of the studied Eutric Cambisol

Parameter	Mean	Standard deviation	Range
pH	4.06	0.05	4.00-4.10
nKCl	4.90	0.03	4.87-4.92
H <sub>2</sub> O	15.73	0.31	15.51-16.09
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg 100 g <sup>-1</sup> )	25.30	0.30	25.08-25.65
K <sub>2</sub> O (mg 100 g <sup>-1</sup> )	2.19	0.01	2.18-2.19
Humus (%)	0.136	0.005	0.132-0.141
Total N (%)			

Table 3. The effect of the fertilization variants on the average chemical composition of the grain of wheat (in %) in the study year

Variants	Total N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	Proteins (%)
∅	1.31 g	1.41 f	0.24 f	8.19 g
N <sub>1</sub>	1.49 f	1.54 e	0.41 e	9.31 f
N <sub>2</sub>	1.72 c	1.66 c	0.71 b	10.75 c
KP+N <sub>1</sub>	1.59 d	1.57 d	0.52 d	9.94 d
KP+N <sub>2</sub>	1.88 b	1.68 b	0.87 a	11.75 b
ES+N <sub>1</sub>	1.58 e	1.58 d	0.55 c	9.88 e
ES+N <sub>2</sub>	1.89 a	1.76 a	0.87 a	11.81 a
P value	***	***	***	***
LSD (0.05)	0.005	0.023	0.012	0.012
LSD (0.01)	0.007	0.032	0.017	0.016

DMRT was used to compare different variants at P = 0.05 and P = 0.01; \*\*\* indicates statistical significant differences at the P<0.05, P<0.01 and P<0.001 levels, respectively; LSD indicates least significant differences.

The analysis of the yield of wheat grain showed the noticeable yield differences between the applied fertilization treatments (Figure 1).

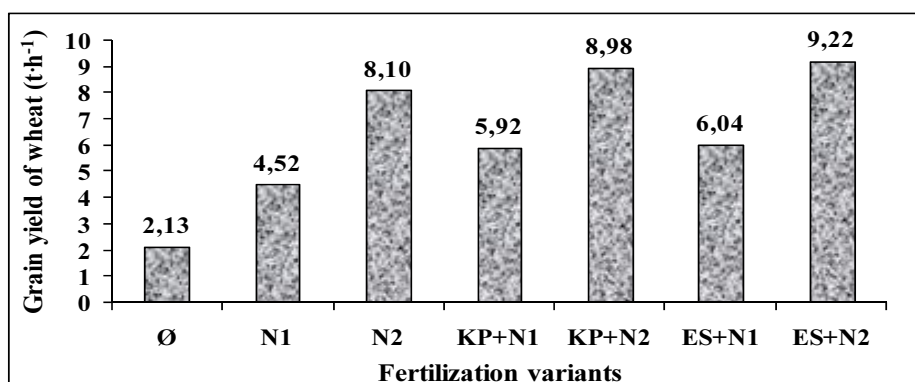


Figure 1. The effect of the fertilization variants on the grain yield of wheat (t-ha<sup>-1</sup>).

The highest increase in yield was obtained by combined application of bacterial inoculants used and high rates of mineral NPK fertilizers, although it should be noted that with combined usage of bacterial inoculants and low rates of mineral NPK fertilizers were obtained higher yields comparing to the application of low rates of the pure mineral nutrients (60 kg·ha<sup>-1</sup> N and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and 40 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>) in conditions of agricultural production typical for this study. Similar results were obtained in the study of El-Sirafy et al. (2006), in which a significant interaction effect of nitrogen fertilizers and microbial inoculation on wheat yield compared to the unfertilized variants was also found.

The character of the effects of the applied fertilizers on the yield of crop also depended also on the weather conditions specific to each year of study. Specifically, good distribution of rainfall and temperature during 2006/2007 contributed largely to the achieved high yields of wheat in the investigated agro-ecological conditions, as indicated by other authors (Josipović et al., 2005).

## Conclusions

The results of the paper indicate that application of high rates of mineral fertilizers and their combination with bacterial inoculants has caused a significant increase in the share of nitrogen, phosphorus, potassium and proteins in the grains of the wheat compared to the other tested variants. In addition, the highest increase in yield was obtained by combined application of bacterial inoculants used and high rates of mineral fertilizers, although it should be noted that with combined usage of bacterial inoculants and low rates of mineral NPK fertilizers were obtained higher yields comparing to the application of low rates of the pure mineral nutrients (60 kg·ha<sup>-1</sup> N and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and 40 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>) in conditions of agricultural production typical for this study. Hence, it was estimated that the studied bacterial inoculants can be used to supplement the use of urea-N, helping to ensure that the supply of nutrients contributing to optimized yield is maintained.

## References

- Acosta-Martinez V. and Tabatabai M.A. (2000). Enzyme activities in a limed agricultural soil. *Biol.Fertil.Soils*, 31:85-91.
- Alizadeh K. and Ghadeai J. (2006). Variation of nitrogen uptake efficiency in local landraces of wheat in Mahabad-Iran. *J.Agric.Soc.Sci.*, 2:122-124.
- Denčić S., Malobabić M., Mladenov N., and Kobiljski B. (2005). Importance of cultivars for the advancement of wheat production in the Republic of Serbia. *A Periodical of Scientific Research on Field and Vegetable Crops*, 41:11-19.
- El-Sirafy Z.M., Woodard H.J., and El-Norjar E.M. (2006). Contribution of biofertilizers and fertilizer nitrogen to nutrient uptake and yield of Egyptian winter wheat. *J.Plant Nutr.*, 29:587-599.

- Jeličić Z., Jovanović B., Pavlović M., and Avramović M. (1997). Creation and studing of quality of maize hybrids. In: Komnenić V. (ed) Proceedings of research papers, PKB Institute Agroekonomik, Belgrade, Serbia, 3:53-60.
- Josipović M., Kovačević V., Petošić D., and Šoštarić J. (2005). Wheat and maize yield variations in the Brod-Posavina area. *Cereal Res.Comm.*, 33:229-233.
- Licitra G., Hernandez T.M., and Van Soest P.J. (1996). Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Anim.Feed Sci.Tech.*, 51:347-358.
- Maksimović S., Blagojević S., Pivić R., and Stanojković A. (2008). Quality characteristics of some grass species cultivated on fly-ash deposits of a thermal power station. *Fresen.Envirn.Bull.*, 17:584-588.
- Milošević N., Govedarica M., Jeličić Z., Protić R., Kuzevski J., and Krstanović S. (2003). Microbial inoculants as biofertilizers: testing, potential and important factor for sustainable agriculture. In: Komnenić V. (ed) Proceedings of research papers, PKB Institute Agroekonomik, Belgrade, Serbia, 9:89-98.
- Nelson D.W. and Sommers L.E. (1996). Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: Sparks D.L. (ed) *Methods of Soil Analysis, Part 3, SSSA, Madison, Wiskonsin*, 961-1010.
- Ostrowska A., Gawliński S., and Szczubiałka Z. (1991). *Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin*, Katalog. IOŚ, Warszawa, 334.
- Pandey A., Sharma E., and Palni L.M.S. (1998). Influence of bacterial inoculation on maize in upland farming systems of the Sikkim Himalaya. *Soil Biol.Biochem.*, 30:379-384.
- Riehm H. (1958). Die Ammoniumlaktatessigsäure-Methode zur Bestimmung der leichtlöslichen Phosphorsure in Karbonathaltigen Boden. *Agrochimica*, 3:49-65.
- Salvagiotti F., Castellarín J., Pedrol H., and Dignani D. (2010). Cations and phosphorus changes and budgets in a long term fertilization experiment on an Argiudol soil in Argentina. In: Proceedings of the 19<sup>th</sup> World Congress of Soil Science: Soil Solutions for a Changing World, 1-6 August, Brisbane, Australia, 49-52 (published on DVD).
- SPSS Inc. (2007). SYSTAT version 16.0: Statistics. Chicago, Illinois.
- Yu-Kui R., Shi-Ling J., Fu-Suo Z., and Jian-Bo S. (2009). Effects of nitrogen fertilizer input on the composition of mineral elements in corn grain. *Agrociencia*, 43:21-27.

### **Acknowledgement**

The authors are grateful to Ministry of Education and Science of Republic of Serbia for financial support.

sa2012\_0521

# Utjecaj fungicida za tretiranje sjemena na klijavost i urod pšenice

Vesna STEVANOVIĆ<sup>1</sup>, Dušanka INĐIĆ<sup>2</sup>, Mirjana STALETIĆ<sup>1</sup>, Vera ĐEKIĆ<sup>1</sup>,  
Jelena MILIVOJEVIĆ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centar za strna žita, Save Kovačevića 31, 34000 Kragujevac, Srbija  
(e-mail: dadavesna@hotmail.com)

<sup>2</sup>Poljoprivredni fakultet, Trg Dositeja Obradovića 21, 21000 Novi Sad, Srbija

## Sažetak

U radu je prikazan učinak primijenjenih fungicida za tretiranje sjemena na energiju klijanja (EK), klijavost (K), intenzitet zaraze s *T. tritici* i urod pšenice sjemena dvaju kultivara (*Vizija* i *Takovčanka*) kreacija Centra za strna žita u Kragujevcu. Klijavost sjemena pšenice bila je od 89,7% do 97,0%, što se može smatrati zadovoljavajućim. Jedino je nakon tretiranja s preparatom Vincit-F utvrđen značajno viši nivo klijavosti u odnosu na kontrolu, i to samo kod kultivara *Vizija*. Svi primijenjeni preparati utječu na pojavu i intenzitet zaraze pšenice s *T. tritici* na vrlo visokom nivou značajnosti. Preparat Vincit-F je kod oba ispitivana kultivara pokazao najvišu efikasnost zaštite.

Ključne riječi: fungicidi, energija klijanja, klijavost, intenzitet zaraze, urod

## Influence of fungicides for seed treatment on germination and wheat yields

### Abstract

A different influence of fungicides on germination energy, germination of wheat see effects on occurrence and intensity of wheat diseases *T. tritici* was observed of two cultivars (*Vizija* and *Takovčanka*) sellected in the Centre for Small Grains in Kragujevac. Using standard laboratory methods, the average seed germination in control variations in wheat from 89.7% to 97.0% was obtained, which can be considered as satisfactory. Significantly higher levels of germination was only after application of the Vincit-F compared to control, but only on *Vizija* variety. All fungicides for seed treatment showed significantly higher influence on occurrence and intensity of wheat diseases *T. tritici*. The preparation Vincit-F showed significantly higher levels of protection efficiency on both cultivars.

Key words: fungicides, energy of germination, seed germination, intensity of wheat diseases, wheat yields.

### Uvod

Integralna zaštita bilja podrazumijeva korištenje svih raspoloživih metoda suzbijanja bolesti, štetnika i korova u cilju sprečavanja porasta njihove brojnosti preko ekonomskog praga štetnosti. Primjena kemijskih mjera, kao što je tretiranje sjemena, sastavni je dio integralne zaštite usjeva (Zakonom o sjemenu i sadnom materijalu; Anonimus, 2005). Patogeni koji uzrokuju bolesti pšenice su mnogobrojni, prenose se sjemenom, ostacima biljaka, tlom i vektorima okoline. Tretiranje sjemena fungicidima ima za cilj spriječiti razvoj patogena koji znatno utječu na smanjenje uroda. Tijekom tretiranja sjemena treba se pridržavati određenih



postupaka i koristiti fungicide u preporučenim dozacijama-koncentracijama (Savčić-Petrić i Sekulić, 2007), tako da se isključi mogućnost negativnog djelovanja na sjeme u momentu klijanja i nicanja usjeva. Međutim, sjeme je biološki materijal i osjetljivo je na aktivnu tvar u pesticidima. To je izuzetno bitno ako se istražuje interakcija genotip-pesticid. Ponekad postoji nesklad između optimalne dozacije fungicida na patogena i utjecaja iste na energiju klijanja, klijavost i porast biljke (Matijević, 1990). Ovakvim istraživanjima se utječe kako na okoliš tako i na uspješno nicanje i ostvarivanje optimalnog sklopa usjeva.

### Materijal i metode rada

Istraživanja su obavljena tijekom 2007/08. godine na pokusnom karantenskom polju i laboratoriji za ispitivanje sjemena Centra za strna žita u Kragujevcu. Istraživanje je provedeno na dva kultivara pšenice: *Takovčanka* i *Vizija*. Prije tretiranja fungicidima sjeme pšenice tretirano je sporama *T. tritici* (2g/kg sjemena). Za ispitivanje efikasnosti fungicida primijenjeno je 5 preparata fungicida za tretiranje sjemena (Vitavax-200 FF, Raxil 060-FS, Mankogal-FS, Divident 030-FS, Vincit-F). Preparati su primijenjeni u koncentraciji preporučenoj od strane proizvođača.

Određivanje utjecaja fungicida na energiju klijanja (EK) i klijavost (K) sjemena pšenice izvršeno je u laboratoriju po standardnoj metodi ISTA Rules (Anonimus, 2006). Mirovanje sjemena prekinuto je hlađenjem u trajanju od sedam dana, na temperaturi od 5-10 °C. Za utvrđivanje klijavosti sjemena korištena je dvostruka papirna vata. Naklijavanje se odvijalo u komori za naklijavanje na temperaturi 20 °C.

Poljski pokus na pokusnom karantenskom polju postavljen je u formi mikropokusa po randomiziranom "blok" sistemu. Svaki tretman sjemena posijan je u preporučenoj gustoći sjetve u četiri repeticije po EPPO standardu (PP 1/135). U vrijeme kraja klasanja (BBCH 59) prebrojan je broj oboljelih klasova u polju. Klasovi oboljelih biljaka imaju tamnoplavičastu nijansu, specifičan „nakostriješen“ izgled jer oboljela zrna potiskuju pljevice u stranu. U vrijeme žetve (BBCH 99) prebrojan je i ukupan broj klasova sa osnovne parcelice od 4m<sup>2</sup> i na osnovu procenta ukupan broj/zaražen broj klasova određen je intenzitet zaraze.

Urod zrna po parceli određen je mjerenjem količine zrna iz svakog ponavljanja na tehničkoj vagi kod svih ispitivanih tretmana pokusa. Urod po 1m<sup>2</sup> utvrđen je računalnim putem, na osnovu prosječnog uroda po parcelici pojedinačno za sve kombinacije.

Rezultati za EK, K, urod i efikasnost fungicida izraženi su u relativnim vrijednostima. Podaci su prikazani preko prosječnih vrijednosti. Statističkim programom ANOVA određena je standardna devijacija (Sd) i analiza varijance (Stanković i sar., 2002).

### Rezultati i rasprava

Energija klijanja sjemena je varirala ovisno o preparatu i kultivaru pšenice. Kod kultivara pšenice *Takovčanka*, sve tretirane skupine su ostvarile EK na nivou kontrole, jedino je preparat Divident 030-FS značajno umanjio EK sjemena i ona je iznosila 58,7%. Kod kultivara *Vizija*, EK na nivou kontrole ostvarili su preparati Mankogal-FS i Divident 030-FS, dok su ostali preparati u odnosu na kontrolu značajno umanjili EK i ona je bila od 17,0 do 62%. Uspoređujući EK u kontroli, za oba kultivara, ona je na istoj razini značajnosti.

Primjena Vitavax-200 FF i Vincit-F značajno je smanjila, dok je primjena Divident 030-FS povećala EK sjemena kultivara *Vizija* u odnosu na EK kultivara *Takovčanka* pri primjeni istih preparata (tablica 1). Klijanje se definira kao izbijanje primarnog klicinog korjenčića, mada se prije ovoga u sjemenu odigravaju manje uočljive, ali veoma značajne biokemijsko-fiziološke, pa i morfološke promjene (Marić, 2005). Energija klijavosti definira mogućnost brzog iskljavanja i sposobnost sjemena da se u što kraćem roku izbori sa određenim inhibitornim utjecajima. S obzirom da su fungicidi Vitavax-200 FF i Vincit-F registrirani i dugo godina široko u primjeni, uzrok smanjenje početne klijavosti (energije klijanja) treba pronaći u interakciji fungicid-genotip. U istraživanjima Lomovića i sur. (2000), primjena Raxila 060-FS značajno je smanjila EK. Lisker (1990), a zatim i Marley i Adeoti (1995), utvrdili su statistički značajno povećanje EK sjemena pšenice koje je bilo tretirano fungicidima na bazi mankozeba, tirama, metalaksil+karboksil+furatiokarb i karbendazin+maneb, u odnosu na ne tretiranu skupinu. Rezultati Keinath i sur. (2000), pri ispitivanju utjecaja fungicida na sjeme šest kultivara pšenice su različiti. Oni iznose da je EK ovisila od međusobnih interakcija fungicida. S obzirom na oprečne rezultate dobivene u našim ispitivanjima, trebalo bi pokus

ponoviti sa većim brojem kultivara i većim brojem ponavljanja kako bi se utvrdio da li je EK smanjena zbog utjecaja fungicida ili zbog sorte osjetljivosti i interakcije fungicid-genotip.

Tablica 1. Energija klijavosti (%) i klijavost pšenice

Kultivar	Varijante	Energija klijanja			Klijavost		
		$\bar{X}$	Sd	$S_x^-$	$\bar{X}$	Sd	$S_x^-$
Takovčanka	Vitavax-200 FF	78,0a	10,61	5,307	94,7a	0,957	0,479
	Raxil o6o-FS	76,7a	9,18	4,589	95,2a	1,258	0,629
	Mankogal-FS	92,0a	0,82	0,408	93,7 <sup>a</sup>	1,258	0,629
	Divident o3o-FS	58,7b	15,80	7,899	94,7a	0,500	0,250
	Vincit-F	82,7a	3,40	1,702	95,2 <sup>a</sup>	0,957	0,479
	Kontrola	89,3a	0,96	0,479	95,2a	0,957	0,479
Vizija	Vitavax-200 FF	43,3c	6,55	3,275	93,0ab	0,816	0,408
	Raxil o6o-FS	62,0b	7,11	3,559	90,7a	2,630	1,315
	Mankogal-FS	84,0a	1,41	0,707	89,7a	0,570	0,250
	Divident o3o-FS	88,0a	1,63	0,816	93,0ab	2,828	1,414
	Vincit-F	17,0d	2,16	1,080	95,7b	1,258	0,629
	Kontrola	82,0a	4,24	2,121	91,0a	2,828	1,414
		Kultivar		Preparat			
		F-količnik	t-test	F-količnik	t-test		
Energija klijavosti		0,853b	-0,923b	158,238c	-0,355b		
Klijavost		0,077c	-0,277c	749,256c	2,339a		

a-značajna; b-vrlo značajna i c-vrlo visoko značajna razlika

Tablica 2. Utjecaj fungicida za tretiranje sjemena na intenzitet zaraze pšenice s *T. tritici* (%) i urod pšenice (g/m<sup>2</sup>)

Kultivar	Varijante	Intenzitet zaraze pšenice <i>T. tritici</i> (%)			Urod (g/m <sup>2</sup> )		
		$\bar{X}$	Sd	$S_x^-$	$\bar{X}$	Sd	$S_x^-$
Takovčanka	Vitavax-200 FF	3,16c	0,657	0,328	543,25c	42,999	21,500
	Raxil o6o-FS	3,72c	0,313	0,156	505,75b	42,414	21,207
	Mankogal-FS	5,95b	0,244	0,122	465,50b	9,574	4,787
	Divident o3o-FS	9,97a	0,264	0,132	351,25a	43,346	21,673
	Vincit-F	0c	0	0	625,25c	11,269	5,635
	Kontrola	33,4	1,007	0,503	113,25	8,578	4,289
Vizija	Vitavax-200 FF	5,27b	0,694	0,347	558,00c	19,528	9,764
	Raxil o6o-FS	1,74c	0,614	0,307	612,50c	15,199	7,599
	Mankogal-FS	7,43b	1,193	0,597	520,00b	20,887	10,443
	Divident o3o-FS	10,44b	0,493	0,247	459,00b	21,008	10,504
	Vincit-F	0c	0	0	654,75c	25,941	12,970
	Kontrola	37,42	1,926	0,963	133,75	3,304	1,652
		Kultivar		Preparat			
		F - količnik	t - test	F - količnik	t - test		
Intenzitet zaraze		7,749	2,783	4,714b	-1,073a		
Urod		19,477	4,413	2,404	-0,747		

a-značajna; b-vrlo značajna i c-vrlo visoko značajna razlika

Primjena navedenih fungicidnih pripravaka nije utjecala na klijavost pšenice (tablica 1.). Nepostojanje značajnih razlika u klijavosti sjemena ispitivanih kultivara pšenice između primijenjenih fungicida i kontrole utvrdili su Cornish (1986) i Murray i Kuiper (1988). Slični rezultati iznijeti su i od strane Lomovića i sur. (2000) i Vujaković i sur. (2003). Jedino je nakon primjene preparata Vincit-F kod kultivara *Vizija* u odnosu na kontrolu bila značajno viša K sjemena (tablica 1.). Za razliku od ovih rezultata, IndiĆ i sur. (2001) utvrdili su da Vincit-F nije imao utjecaj, dok je značajan utjecaj na povećanje klijavosti imao Mankogal S. Rezultati ovih autora ostvareni preparatima Divident 030 FS, Vitavax extra i Raxil FS, podudaraju sa našim ispitivanjima kod oba ispitivana kultivara.

Dobiveni rezultati istraživanja ukazuju na značaj interakcije fungicid-genotip. U budućim istraživanjima trebalo bi prije tretiranja sjemena ispitati interakciju fungicid-genotip, kako bi efekt zaštite sjemena bio optimiziran. Svakako treba imati u vidu da je metoda, koja je korištena u istraživanju vrlo rigorozna, te da je moguće primjenom drugih metoda dobiti drugačije rezultate istraživanja.

Pored utjecaja primijenjenih fungicida za tretiranje sjemena na urod pšenice, na urod utječu i mnogi abiotski i biotski uvjeti proizvodnje. Potrebno je naglasiti da je cilj ovog istraživanja utvrditi urod zrna kao rezultat ispoljavanje zaraze s *T. tritici* u interakciji biljke i fungicidnog tretmana sjemena.

Svi primijenjeni preparati imaju utjecaja na pojavu i intenzitet zaraze pšenice *T. tritici* (90%) na vrlo visokom nivou značajnosti. Uzimajući u obzir srednje vrijednosti, preparat Vincit-F je kod oba ispitivana kultivara pokazao najvišu efikasnost zaštite (100%). Na vrlo visoko značajnom nivou ostvarena je i zaštita preparatom Raxil 060-FS. U ispitivanjima Delalić i sur. (2007) Divident 030, Vitavax 20-FF, Raxil 060-FS pokazali su visoku razinu zaštite pšenice od infekcije sporama *T. tritici* (iznad 99%). Za razliku od ovog ispitivanja, Brown i sur. (1985) su u svojim istraživanjima u suzbijanju ove bolesti utvrdili potpuno odsustvo efikasnosti preparata na bazi benzimidazola.

Intenzitet zaraze utjecao je na visinu uroda, pri kontrolnoj varijanti pokusa urod zrna bio je najmanji. Autori Delalić i sur. (2007), također su utvrdili značajan pozitivan utjecaj primijenjenih kemijskih preparata na urod pšenice. Utvrđene su statistički značajne razlike u urodu u odnosu na primijenjene preparate. Promatrajući srednje vrijednosti uroda pšenice, pored kontrole, nizak urod ostvaren je primjenom preparata Divident 030-FS kod kultivara Takovčanka, ali je intenzitet zaraze u ovoj varijanti iznosio 9,97%, što je u odnosu na srednje vrijednosti varijanti tretiranih preparatima Vitavax-FF (3,16%) i Raxil 060-FS značajno manji (tablica 2.).

U narednim istraživanjima treba uključiti više kultivara kako bi se utvrdilo da li ostvarenje zaraze s *T. tritici* zavisi od kultivara. Pokus treba postaviti na više lokaliteta i utvrditi zavisnost zaraze od abiotičkih uvjeta, kao i utvrditi efikasnost ispitivanih fungicida prema miceliju *T. tritici* u laboratorijskim uvjetima.

### Zaključci

Tretiranje sjemena fungicidima ima za cilj onemogućiti razvoj patogena koji znatno utječu na smanjenje uroda. Tijekom tretiranja sjemena treba se pridržavati određenih postupaka i koristiti fungicide u preporučenim količinama.

Primjena kemijskih sredstava nije utjecala na klijavost pšenice, jedino je nakon primjene preparata Vincit-F kod kultivara *Vizija* u odnosu na kontrolu bila značajno viša K sjemena. Svi primijenjeni preparati imaju utjecaja na pojavu i intenzitet zaraze pšenice s *T. tritici* (90%) na vrlo visokoj razini značajnosti. Od intenziteta zaraze zavisila je i visina uroda, te je na kontrolnoj varijanti pokusa urod bio i najniži.

S obzirom na dobivene rezultate u odnosu na kultivar, u budućim istraživanjima trebalo bi prije tretiranja sjemena ispitati interakciju preparat/kultivar, pokus treba postaviti na više lokaliteta ispitivanja i utvrditi zavisnost zaraze od abiotičkih uvjeta i utvrditi efikasnost ispitivanih fungicida prema miceliju *T. tritici* u laboratorijskim uvjetima.

### Literatura

- Anonimus (2005): Zakon o doradi semena. Službeni glasnik Republike Srbije, broj 45, član 19. Beograd.
- Anonimus (2006): International Rules for Seed Testing. Seed Science and Technology, International Seed Testing association (ISTA), 24.
- Brown J.S., Ballinger D.J., Kollmorgen J.F. (1985): Effect of fungicides applied at seeding on stripe rust and common bunt of wheat. Crop protection, Vol.4: 481-484.
- Cornish, P.S. (1986): Effects of a triadimefon-lindane seed treatment on the germination, seedling morphology and emergence of wheat. Australian Journal of Experimental Agriculture 26(2): 227 - 230.
- Delalić, Jevtić R., Vildana Jogić, Vildana Alibabić (2007): Efikasnost fungicida za tretiranje semena u suzbijanju *Tilletia tritici* na području severozapadne Bosne. Pesticidi i fitofarmacija, Vol.20: br. 2: 103-107.

- Indić D., Almaši, S., Čobanović, K., Milošević, M., Vujaković, M., Medić, M. (2001): Side effects of fungicides for seed treatment. 5<sup>th</sup> Slovenian Conference on Plant Protection, Slovenia, abstract, 52.
- Keinath, A.P., Batson, W.E., Caceres, J., Elliott M.L., Sumner D.R., Brannen, P.M., Rothrock C.S., Huber D.M., Benson D.M., Conway K.E., Schneider R.N. (2000): Evaluation of biological and chemical seed treatments to improve stand of snap bean across the southern United States. *Crop Protection*, 19: 501-509.
- Lisker, N. (1990): Improving wheat seedling emergence by seed-protectant fungicides. *Crop Protection*, Vol.9, Iss. 6: 439-445.
- Lomović, S., Staletić, M., Stojanović, S. (2000): Uticaj dezinfekcije semena na vitalnost ponika i patogena semena strnih žita. *Selekcija i semenarstvo*, Vol.7, Br. 3-4: 59-63.
- Marley P. S., Adeoti A. A (1995): Effect of seed treatment chemicals on seedling emergence, establishment and control of foot and root rot diseases of wheat in Nigeria. *Crop Protection*, Vol. 14, 4: 271-274.
- Marić, M. (2005): *Semenarstvo*. Izdavačka kuća Draginić, Beograd.
- Matijević, D. (1990): Fitofarmakološka vrednost fungicida za tretiranje semena u cilju suzbijanja parazita *Pyrenophora gramineae* Ito and Kuriba. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Murray, G.M., Kuiper, J. (1988): Emergence of wheat may be reduced by seed weather damage and azole fungicides and is related to coleoptile length. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 28(2): 253-261.
- Savčić-Petrić, S., Sekulić, J. (2007): *Pesticidi u prometu (2007)*. Biljni lekar, Novi Sad.
- Stanković, J., Ralević, N., Ralević-Ljubić, I. (2002): *Statistika sa primenom u poljoprivredi*. Treće izmenjeno i dopunjeno izdanje. Mladost biro, Beograd, 218-229.
- Vujaković, M., Milošević, M., Zlokolica, M., Nikolić, Z. (2003): Uticaj preparata za tretiranje semena na klijavost i vigor pšenice. *PTEP* Vol.7, Issue 3-4:75-78.

## Zahvala

Istraživanja neophodna za ovaj rad dio su projekta TP 31054 kojeg finansira Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije.

sa2012\_0522

# Utjecaj fungicida za tretiranje sjemena na energiju klijanja i klijavost strnih žitarica

Vesna STEVANOVIĆ<sup>1</sup>, Dušanka INĐIĆ<sup>2</sup>, Mirjana STALETIĆ<sup>1</sup>, Vera ĐEKIĆ<sup>1</sup>,  
Vladimir PERIŠIĆ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centar za strna žita, Save Kovačevića 31, 34000 Kragujevac, Srbija  
(e-mail: dadavesna@hotmail.com)

<sup>2</sup>Poljoprivredni fakultet, Trg Dositeja Obradovića 21, 2100 Novi Sad, Srbija

## Sažetak

U radu je prikazan učinak primijenjenih fungicida za tretiranje sjemena na energiju klijanja i klijavost sjemena zobi, raži i tritikalea. U ispitivanjima utjecaja kemijskih preparata kod kultivara zobi Vranac nisu utvrđene statistički značajne razlike energije klijanja i klijavosti sjemena u odnosu na kontrolu. Kod kultivara raži Raša, sve tretirane skupine ostvarile su energiju klijanja na razini kontrole, međutim u ispitivanju klijavosti sjemena utvrđena je statistički vrlo značajna razlika u djelovanju preparata u odnosu na kontrolu. Utvrđena je i značajna razlika u vremenu očitavanja, kao i vrlo značajna u intereakciji preparat/vrijeme ispitivanja. Rezultati ispitivanja utjecaja preparata na energiju klijanja tritikala u odnosu na kontrolu, poklapaju se s rezultatima klijavosti raži. Na osnovu t-testa preparati Vitavax-200 FF i Vincit-F u odnosu na djelovanje ostalih preparata pokazuju veću značajnost dobivenih vrijednosti energije klijanja i klijavosti sjemena.

Ključne reči: fungicidi, energija klijanja, klijavost, strne žitarice

## Influence of fungicides for seed treatment on germination energy and germination of small grains seed

### Abstract

A different influence of fungicides on germination energy (GE) and germination (G) of oat, rye and triticale seed was observed. Grains were selected in the Centre for Small Grains in Kragujevac. Fungicides applied to the seed of oats Vranac, did not affect G and GE decrease compared to the untreated control. Tested fungicides, compared to the untreated control, regardless the oats variety Vranac, did not increase germination energy and germination. For rye Raša variety, by application of all preparations, attained GE was on the level of the untreated control. However, in examination of G there was significantly much higher level in comparison with the untreated control, a significantly different level for two obtained time and a significantly much higher level in comparison with preparation/time. Results for influence of fungicides on GE in comparison with the untreated control are the same as for G of rye, preparations Vitavax-200 FF and Vincit-F are, according to significant difference and t-test, in one group, and influence of another preparations in second group.

Key words: fungicides, energy of germination, seed germination, small grains

## Uvod

Botanički porodica *Poaceae* objedinjuje vrste koje su u ekonomskom pogledu važnije od svih biljaka na svijetu. Ratarske biljke iz ove porodice zauzimaju prvo mjesto u poljoprivrednoj proizvodnji, kako po ukupnoj površini tako i po urodu. Triticale predstavlja hibridnu vrstu novog botaničkog roda u porodici *Poaceae* gdje su oplemenjivanjem unesene poželjne osobine pšenice (visok urod, dobra kvaliteta zrna, veliki broj cvjetova po klasića, otpornost na polijeganje, dobra kvaliteta brašna i drugo) sa pozitivnim osobinama raži (Đekić, 2010.a). U današnje vrijeme, zahvaljujući intenzivnom programu oplemenjivanja, naročito u Centru za strna žita u Kragujevcu, na sortnim listama nalaze se nove komercijalne sorte. One se odlikuju dobrim gospodarskim odlikama koje pridonose da ova vrsta postaje sve atraktivnija i zauzima sve veće proizvodne površine.

Proizvodnja raži je u stalnom smanjenju, a jedan od uzroka svakako jest i nedovoljan rad na oplemenjivanju i sjemenarstvu ove vrste. Tržište sjemena u Srbiji bilo je nedovoljno opskrbljeno raži, tako da su proizvođači bili prinuđeni da koriste vlastito nedeklarirano sjeme i to više godina. Unapređenje proizvodnje rezultiralo je priznavanjem prve sorte raži u Srbiji pod imenom Raša (Milovanović, 2005).

Zob je ratarska biljka koja ima višestruku namjenu. Upotrebljava se kao zrno, zelena hrana i kao silaža za prehranu stoke (više od 60%), za ljudski prehranu (oko 5%) i industrijsku preradu (Staletić, M., 2007). Na formiranje prinosa strnih žitarica utječe veći broj čimbenika, među kojima su patogeni i uzročnici različitih bolesti. Zbog toga se moraju poduzimati odgovarajuće mjere zaštite, kako bi se osigurao visok i kvalitetan urod što je i cilj svake proizvodnje. Primjena kemijskih mjera, kao što je tretiranje sjemena fungicidima, predstavlja jedan od najpouzdanijih i možda, najučinkovitijih mjera integrirane zaštite usjeva zbog čega je ovo i zakonska obveza svih proizvođača sjemena.

Sjeme je biološki materijal i može biti osjetljivo na komponente sadržane u pesticidnim preparatima, pogotovo imajući u vidu veliki broj kultivara i linija, kao i specifična različitost rodova. Fungicidi mogu utjecati na sjeme i uzrokovati: geotropizam, smanjiti rast koleoptila i uništiti sjemene zemetke. Ponekad postoji nesklad između letalno toksične doze fungicida za micelij i njegovog utjecaja na energiju klijanja, klijavost i porast biljke (Matijević, 1990). Prilikom tretiranja sjemena potrebno je pridržavati se određenih postupaka. U Srbiji, osim jednog preparata Vitavax 200-FF za zob, ne postoje registrirani preparati za tretiranje sjemena tritikalea i raži.

## Materijali i metode rada

Pokusni materijal obuhvaćao je kultivar zobi Vranac, raži Raša i tritikalea Trijulf stvorenih u Centru za strna žita u Kragujevcu. Za ispitivanje efikasnosti fungicida primijenjeno je 5 preparata fungicida za tretiranje sjemena (Vitavax-200 FF, Raxil 060-FS, Mankogal-FS, Divident 030-FS, Vincit-F). U ispitivanju su korišteni fungicidi registrirani za tretiranje pšenice i ječma u preporučenoj količini primjene (Savčić-Petrić i Sekulić, 2007).

Određivanje utjecaja fungicida na energiju klijanja i klijavosti sjemena zobi, tritikalea i raži izvršeno je po standardnoj metodi ISTA Rules (Anonimus, 2006). Mirovanje sjemena prekinuto je hlađenjem u trajanju od sedam dana, na temperaturi 5-10°C. Za klijanje korištene su papirne podloge, to jest dvostruka papirna vata. Ispitivanja su izvedena u četiri ponavljanja po 100 zrna. Naklijavanje se odvijalo u komori za naklijavanje na temperaturi 20°C. Očitavanja su vršena neposredno nakon tretiranja sjemena, a s obzirom da se u praksi skladište tržni viškovi za sljedeću godinu i šest mjeseci posle tretiranja u cilju utvrđivanja negativnog efekta pesticida.

Određena je energija klijanja (EK) koja predstavlja broj normalnih klijanaca prema broju sjemenki stavljenih na klijanje, utvrđen nakon proteka vremena propisanog za prvo ocjenjivanje, kod tritikalea i raži nakon četiri, a kod zobi nakon pet dana (Anonimus, 2005). Klijavost sjemena (K) predstavlja broj normalnih klijanaca prema ukupnom broju sjemenki stavljenih na klijanje, utvrđen nakon proteka vremena propisanog za K, a to je kod tritikalea i raži nakon osam, a kod zobi nakon deset dana (Anonimus, 2005). Pri prvom, kao i prilikom drugog ocjenjivanja, izdvajaju se klijanci kojima su sve životno potrebne strukture dobro razvijene. Rezultati za EK i K izraženi su u relativnim vrijednostima (%). Podaci su prikazani preko prosječnih vrijednosti. Kompjuterski dobivena je standardna devijacija (Sd) i analiza varijance na nivou značajnosti 0,05. Testiranje tretiranih skupina u odnosu na netretiranu kontrolu utvrđeno je pomoću Studentove t-raspodjele (Stanković i sar., 2002).

## Rezultati i rasprava

U razdoblju naših istraživanja (2007/08.) meteorološki uvjeti za uzgoj usjeva su se razlikovali od višegodišnjeg prosjeka karakterističnog za Kragujevac. Prosječna temperatura zraka u 2007/08. godini bila je veća za 1°C, odnosno 0,9°C, dok je količina oborina u istim godinama ispitivanja bila manja za 3,8 mm, odnosno za 214,3 mm od višegodišnjeg prosjeka i sa vrlo neravnomjernim rasporedom oborina po mjesecima. Mjeseci travanj, svibanj i lipanj bili su umjereno sušni, što se nepovoljno odrazilo na usjeve. Dovoljne količine oborina u ovim mjesecima vrlo su bitne za uspješnu proizvodnju strnih žitarica, tako da godine u kojima su izvedena istraživanja nisu bile najpovoljnije za uzgoj tritikalea (Đekić, 2010.b), otuda i niske prosječne vrijednosti ispitivanih parametara.

U ispitivanjima utjecaja kemijskih preparata kod kultivara zobi Vranac nisu utvrđene statistički značajne razlike EK i K u odnosu na kontrolu (Tablica 1.). Ispitivanjem utjecaja preparata Zorosan i Raxil 060-FS, Lomović i sar. (2000) došli su do istih rezultata. Buchenauer (1987) ispitivao je utjecaj fluotrimazola i clotrimazola na patogen *U. avenae*. U prvih četiri sata ispitivanja, navedeni fungicidi reducirali su nastanak spora. Nakon osam sati, utjecaj ovih fungicida je bio znatno jači.

Tablica. 1. Energija klijavosti i klijavost kultivara zobi Vranac (%)

Zob (faktor B)	Varijante (faktor A)	Energija klijanja				Klijavost			
		$\bar{x}$	Sd	t-test za nivo		$\bar{x}$	Sd	t-test za nivo	
				A	AB			A	AB
I očitanje	Vitavax-200 FF	81,00	4,546	NZ	NZ	69,25	2,082	NZ	NZ
	Raxil 060-FS	77,00	5,477	NZ	NZ	93,00	1,155	NZ	NZ
	Mankogal-FS	83,00	2,944	NZ	NZ	92,75	2,363	NZ	NZ
	Dividend 030-FS	78,75	3,775	NZ	NZ	92,00	2,000	NZ	NZ
	Vincit-F	79,75	6,652	NZ	NZ	93,25	0,500	NZ	NZ
	Kontrola	87,50	5,807	NZ	NZ	96,50	1,291	NZ	NZ
II očitanje	Vitavax-200 FF	77,50	13,528	NZ	NZ	93,75	3,304	NZ	NZ
	Raxil 060-FS	79,75	7,632	NZ	NZ	91,75	1,708	NZ	NZ
	Mankogal-FS	89,75	4,425	NZ	NZ	95,75	0,957	NZ	NZ
	Dividend 030-FS	90,50	4,796	NZ	NZ	94,75	1,258	NZ	NZ
	Vincit-F	93,00	1,155	NZ	NZ	94,50	1,291	NZ	NZ
	Kontrola	74,50	9,983	NZ	NZ	95,50	1,732	NZ	NZ
F-količnik za									
		preparat		vrijeme		preparat/vrijeme			
Energija klijanja		0,4		0,42		0,76			
Klijavost		0,94		1,06		0,85			

a- vrlo visoko značajna; b- vrlo značajna; c- značajna; NZ-nije značajna razlika

Kod kultivara raži Raša, nije bilo razlika u EK između kontrole i tretmana kod kojih su primijenjeni fungicidi, međutim u ispitivanju K utvrđena je statistički vrlo značajna razlika u djelovanju preparata u odnosu na kontrolu, značajna razlika u vremenu očitavanja, kao i vrlo značajna u interakciji preparat/vrijeme ispitivanja (Tablica 2.).

Nakon tretiranja s Vitavax-200 FF i Vincit-F utvrđena je vrlo značajna, a kod primjene ostalih preparata visoko značajna razlika u klijavosti raži kod oba očitavanja u odnosu na kontrolu. Ukoliko, promatramo utjecaj preparata u korelaciji s vremenom očitavanja, utvrđena je vrlo značajna razlika, ali razlike ne postoje u djelovanju jednog preparata u odnosu na očitavanja.

Rezultati ispitivanja utjecaja preparata na EK u odnosu na kontrolu kod tritikalea, poklapaju se s rezultatima K sjemena raži, to jest, preparati Vitavax-200 FF i Vincit-F se prema razini značajnosti izdvajaju u jednu, a djelovanje ostalih preparata u drugu grupu. Međutim, statističke značajne razlike u utjecaju preparata na K u odnosu na kontrolu i preparat/vrijeme nisu utvrđene.

Tablica. 2. Energija klijavosti i klijavost kultivara raži Raša (%)

Raž (faktor B)	Varijante (faktor A)	Energija klijanja				Klijavost			
		$\bar{X}$	Sd	t-test za nivo		$\bar{X}$	Sd	t-test za nivo	
				A	AB			A	AB
I očitavanje	Vitavax-200 FF	60,50	3,873	NZ	NZ	65,75	4,992	b	c
	Raxil 060-FS	65,25	4,193	NZ	NZ	69,00	4,243	a	b
	Mankogal-FS	72,25	3,862	NZ	NZ	74,25	3,304	a	NZ
	Dividend 030-FS	66,00	5,598	NZ	NZ	70,25	5,560	a	b
	Vincit-F	66,75	2,500	NZ	NZ	70,50	3,109	b	a
	Kontrola	70,50	3,873	NZ	NZ	75,00	5,657	/	a
II očitavanje	Vitavax-200 FF	72,25	4,349	NZ	NZ	77,00	3,162	b	c
	Raxil 060-FS	73,25	4,349	NZ	NZ	78,00	4,967	a	b
	Mankogal-FS	71,50	2,380	NZ	NZ	75,25	3,304	a	NZ
	Dividend 030-FS	79,00	2,944	NZ	NZ	79,5	3,697	a	b
	Vincit-F	68,75	5,252	NZ	NZ	75,00	4,243	b	a
	Kontrola	60,50	5,888	NZ	NZ	80,25	4,992	/	a
		F-količnik za							
		preparat		vrijeme		preparat/vrijeme			
Energija klijanja		0,37		1,08		0,85			
Klijavost		4,44 b		65,06 c		3,47 b			

a- vrlo visoko značajna; b- vrlo značajna; c- značajna; NZ- nije značajna razlika

Tablica. 3. Energija klijavosti i klijavost kultivara tritikalea Trijumf (%)

Tritikale (faktor B)	Varijante (faktor A)	Energija klijanja				Klijavost			
		$\bar{X}$	Sd	t-test za nivo		$\bar{X}$	Sd	t-test za nivo	
				A	AB			A	AB
I očitavanje	Vitavax-200 FF	77,25	4,856	c	c	87,75	4,272	NZ	NZ
	Raxil 060-FS	85,25	4,349	b	c	90,00	4,243	NZ	NZ
	Mankogal-FS	86,00	1,155	b	c	88,75	1,893	NZ	NZ
	Dividend 030-FS	88,75	3,096	b	NZ	91,00	2,828	NZ	NZ
	Vincit-F	80,50	3,109	c	a	89,50	3,697	NZ	NZ
	Kontrola	82,50	9,678	/	c	86,75	7,632	NZ	NZ
II očitavanje	Vitavax-200 FF	88,75	4,924	c	c	92,50	3,317	NZ	NZ
	Raxil 060-FS	90,75	2,630	b	c	90,75	2,630	NZ	NZ
	Mankogal-FS	91,00	1,633	b	c	93,00	3,266	NZ	NZ
	Dividend 030-FS	89,25	2,363	b	NZ	89,75	2,217	NZ	NZ
	Vincit-F	81,75	0,957	c	a	85,25	3,948	NZ	NZ
	Kontrola	89,00	3,374	/	c	89,25	3,862	NZ	NZ
		F-količnik za							
		preparat		vrijeme		preparat/vrijeme			
Energija klijanja		74,45 c		476,59 c		295,63 c			
Klijavost		1,1		0,99		1,55			

a- vrlo visoko značajna; b- vrlo značajna; c- značajna; NZ- nije značajna razlika

### Zaključak

Tretiranja sjemena fungicidima predstavlja zakonsku obavezu proizvođača sjemenske robe, prilikom čega je potrebno pridržavati se određenih postupaka. U Srbiji, osim jednog preparata Vitavax 200-FF za zob, ne postoje registrirani preparati za tretiranje sjemena tritikalea i raži.

Ponekad postoji nesklad između letalne doze fungicida za patogena i utjecaja iste na energiju klijanja, klijavost sjemena i porast biljke (Matijević, 1990), otuda su ovakva ispitivanja obaveza stručnjaka za zaštitu bilja jer su svi ispitivani preparati u praksi u upotrebi.

Zbog naprijed navedenog, potrebno je prije tretiranja sjemena obaviti ispitivanja preparata u cilju utvrđivanja utjecaja fungicida za tretiranje sjemena na klijavost određenog kultivara strnih žitarica i utvrditi njihovu interakciju.



## Literatura

- Anonimus (2005). Zakon o doradi semena. Službeni glasnik Republike Srbije, broj 45, član 19. Beograd.
- Anonimus (2006). International Rules for Seed Testing. Seed Science and Technology, International Seed Testing association (ISTA), 24.
- Buchenauer, H. (1987). Analogy in the mode of action of fluotrimazol and clotrimazol in *Ustilago avenae*. Pesticide Biochemistry and Physiology, Vol. 8: 15-25.
- Đekić, V., Milovanović, M., Staletić, M., Perišić, V. (2010.a). Ispitivanje komponenti prinosa kragujevačkih sorti ozimog tritikalea. XXIV Savetovanje agronoma, veterinara i tehnologa. Zbornik naučnih radova, Vol. 16, br. 1-2, str. 35-41, Beograd
- Đekić, V., Milovanović, M., Glamočlija, Đ., Staletić, M. (2010.b). Utjecaj sorte i godine na urod i kvalitetu zrna kragujevačkih sorti tritikalea. Proceedings. 45rd Croatian and 5rd International Symposium on Agriculture, Zbornik radova, p. 707-711, 15.-19. februar, Opatija, Croatia.
- Lomović, S., Staletić, M., Stojanović, S. (2000). Utjecaj dezinfekcije semena na vitalnost ponika i patogena semena strnih žita. Selekcija i semenarstvo, Vol.7, Br. 3-4: 59-63.
- Matijević, D. (1990): Fitofarmakološka vrednost fungicida za tretiranje semena u cilju suzbijanja parazita *Pyrenophora gramineae* Ito and Kuriba. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Milovanović, M., Perišić, V., Stojanović, S., Staletić, M., Marković, B. (2005). Winter Rye in Scg- Achievements and Prospects. Tractors and power machines, Vol.10, 2:433-440.
- Savčić-Petrić, S., Sekulić, J. (2007). Pesticidi u prometu u Srbiji (2007). Biljni lekar, Novi Sad.
- Stanković, J., Ralević, N., Ralević-Ljubić, I. (2002). Statistika sa primenom u poljoprivredi. Treće izmenjeno i dopunjeno izdanje. Mladost biro, Beograd, 218-229.

## Zahvala

Istraživanja neophodna za ovaj rad dio su projekta TP 31054 „Razvoj novih tehnologija gajenja strnih žita na kiselim zemljištima primenom savremenih biotehnologija“, kojeg financira Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije.

sa2012\_0523

# Oil pumpkin yield in different production systems

Saša ŠTRAUS, Martina BAVEC, Franc BAVEC

University of Maribor, Faculty of Agriculture and Life Sciences, Institute for Organic Farming, Pivola 10, 2311 Hoče, Slovenia  
(e-mail: martina.bavec@uni-mb.si)

## Abstract

Oil pumpkins were produced over three successive years (2009-2011) under three different production systems (conventional, integrated, organic) with control plots in a field trial in northeast Slovenia. Yields were determined each year with manual harvesting. Yields in all three years were not statistically significantly different. But they were significantly different between the production systems. Highest yields of dried seeds (9 percent moisture) were attained in the conventional production system ( $414.8 \text{ kg ha}^{-1}$ ) and the lowest in the control production systems ( $227.1 \text{ kg ha}^{-1}$ ). By drying the seeds the highest losses were for integrated production systems, where was the lowest amount of dry matter.

Key words: oil pumpkin, yield, organic farming, conventional farming, integrated farming

## Introduction

Consumers' growing awareness of nutritional issues, environmental welfare, healthy eating causes, that organically grown products is steadily growing and has exceeded supply in many countries (Bavec et al. 2009). Many consumers perceive that organically-grown foods are better quality, healthier and more nutritious than conventionally-grown foods (Worthington, 2001).

The northwestern part of Slovenia, the Styria region in Austria and the western part of Hungary and Međimurje in Croatia has a long tradition of growing oil seed pumpkin (*Cucurbita pepo* L., Cucurbitaceae). The seed oil is used for salad dressings but also has uses in pharmacology and alternative medicine (Wagner, 2000), especially when produced organically. The normal expected yields ranges between 500 to 800 kg dry seeds/ha, often to 1200 kg/ha, depending on climatic circumstances, production systems, weed competition and plant diseases (Bavec, 2002). Naked seeds of oil pumpkins are edible and easily crushed to extract edible oil. Oil content of pumpkin seed varies from 40 to 50% depending on genotype.

Yield and the agronomic performance were researched in some field-comparison trials, but more on the technology of production, than comparing different production system, especially for pumpkins.

In this study, the effect of different production systems (conventional (CON), integrated (INT) and organic (ORG) on yield of the naked oil seed pumping was determined.

## Materials and methods

Three production systems and control plots were arranged in a randomized complete block split-plot design with four replications. The size of experimental field plots was  $2.67\text{m} \times 30.0 \text{ m}$ . The production systems differed mostly in plant protection and fertilization strategies and are defined by the valid legislation and standards (Table 1). The main differences are that in conventional and integrated farming chemical fertilizers are allowed, in organic they are not. Also the chemical plant protection products are not allowed in the organic system. In control plots no fertilization/plant protection was used. Basic soil cultivation, sowing, and harvesting dates and methods were identical among experimental plots and were performed on the same dates and in the same manner as that with adjacent fields.

## Oil pumpkin yield in different production systems

**Table 1. Amount of nutrients (NPK) applied in oil pumpkin production in the years 2009- 2011 (kg ha<sup>-1</sup>).**

Production system	N	P	K
Conventional	125	130	180
Integrated	123	83	98
Organic <sup>1</sup>	107	27	55
Control plots	0	0	0

N- nitrogen; P-phosphorus, K- potassium; <sup>1</sup> - cattle manure and composted cattle manure added in organic production systems (analyzed on NPK)

The trial was planted at the begging at May, planting depth was 3 cm, 3 to 4 seeds per hill and thinned later in density 1.1 plant/m<sup>2</sup>.

The same varieties were used in all production systems under study (oil pumpkin “Gleisdorfer Ölkürbis”), of conventional origin for conventional and integrated production systems and of organic origin for organic and control systems.

Manual harvesting was carried out when 75 % of fruits became yellowish-orange in color, the epidermal layer was easily pierced with an iron nail, and seed was dark green and well rounded. Seeds were hand harvested and weighed. The drying procedure was on 60 °C.

### Statistical analyses

Data for the yields were analyzed by a multifactor Analysis of variance to evaluate differences in measured parameters with production system and year as factors, using Statgraphics Centurion (Version XV, StatPoint Technologies, Inc., Warranton, VA). Thereafter, parameters were compared by Duncan’s multiple range test ( $p \leq 0.05$ ). Values given within the article are means  $\pm$  standard error of the mean (SEM) (Hoshmand 2006).

### Results and discussion

Oil pumpkin seed yields are significantly different among production systems, but not between the years.

**Table 2. Yields of oil seed pumpkin depending on production system and year**

	Wet seed yield (kg ha <sup>-1</sup> )	Relative yield <sup>1</sup> (%)	Dried seed yield (kg ha <sup>-1</sup> )	Relative yield (%)	Relation dried/wet (%)	Oil yield (L)
Production system (PS)						
Conventional	808.8 $\pm$ 53.2a	122	414.8 $\pm$ 29.0a	134	51	160.0 $\pm$ 8.9a
Integrated	828.2 $\pm$ 42.4a	125	400.0 $\pm$ 22.1a	129	48	165.9 $\pm$ 11.6a
Organic	723.5 $\pm$ 58.5b	109	365.8 $\pm$ 35.5b	118	51	146.3 $\pm$ 14.2b
Control	535.2 $\pm$ 40.2c	81	227.1 $\pm$ 44.8c	73	42	90.8 $\pm$ 17.9c
Year (Y)						
2009	660.2 $\pm$ 56.8	100	341.3 $\pm$ 31.2	110	52	136.5 $\pm$ 12.5
2010	668.5 $\pm$ 55.0	101	319.8 $\pm$ 36.4	103	48	87.9 $\pm$ 14.6
2011	654.4 $\pm$ 39.4	99	369.8 $\pm$ 57.3	119	57	147.9 $\pm$ 22.9
Average	661.0 $\pm$ 29.0	100	310.3 $\pm$ 25.9	100	47	124.1 $\pm$ 10.3
ANOVA						
PS	**		**			**
Y	n.s.		n.s.			n.s.
PS $\times$ Y	n.s.		n.s.			n.s.

<sup>1</sup> average value of each factor=100%; a-c mean values ( $\pm$ SEM) followed by different letters within a column and particular factor are significantly different (Duncan,  $\alpha=0.05$ ): \*\* significant at the 0.01 probability levels, respectively; ns-non significant

In the table (Table 2) it can be seen that control plots (where no fertilizers and protection was not applied) have the smallest yield, namely for one-third lower than conventional system. The integrated system has the highest yield of wet oil seed, 2.4 % or 20 kg highest than conventional. Organic system is for tenth lower than conventional. After drying seeds on 9 percent moisture, the largest lost was in the integrated systems, which reached a maximum yield in wet seeds, due to more added nitrogen and herbicides applied. The biggest

amount of dry mass was found in control plots. In the matter of dried seeds, the conventional production systems has the highest yields, 3.6% higher than integrated, 11.8% higher than organic and 45.2% higher than control plots. Average yields were lower than those reported elsewhere in the literature (Bavec and Bavec, 2006; Jakop, 2010). If the pumpkins are mechanical harvest, the 10 % deduction is taking in the consideration. For the production of 1 L of oil, an average of 2.5 kg of pumpkin seeds is required (Fruhirth and Hermetter, 2007). From 1 hectare of oil seed pumpkin can produce 149.3 l oil in conventional system, 3.6 % less in integrated, 11.8 % less in organic and 45.2 % less in control plots.

The influence of production systems, most importantly the differing fertilization, did have a significant effect on the yield of pumpkin seeds. Production conditions in the three years in the form of a changed rainfall and temperature curve seem to have not been played an equal role on yield of pumpkin seeds, just as fertilization and plant protection management did.

### Conclusion

Oil pumpkins were produced in three successive years under three different production systems with control plots, where yield were measured and evaluated. The performance of the organic production system in regards to yields was above average, as it amounted to 18 per cent of the average yield for pumpkin seeds, respectively.

The different type of fertilizers (mineral, chemical and organic) and different type of plant protection applied resulted in significantly different yields. The highest yields was in the conventional systems, integrated was 3.6 percent lower, the organic only 11.8 percent and control 45.2 percent lower.

More research has to be done on technology of production, which will also increase the yields.

### References

- Bavec F., Gril L., Grobelnik-Mlakar S., Bavec M. (2002). Seedling of oil pumpkins as an alternative to seed sowing: yield and production costs. *Bodenkultur*. 53: 39-43.
- Bavec F., Bavec M. (2006). *Organic Production and Use of Alternative Crops*, 1 st ed. CRC Press LLC, Boca Raton, FL.
- Bavec M., Grobelnik-Mlakar S., Rozman C., Pazek K., Bavec F. (2009). Sustainable agriculture based on integrated and organic guidelines: understanding terms. The case of Slovenian development and strategy. *Outlook Agriculture*. 38: 89-95.
- Fruhirth GO., Hermetter A. (2007). Seeds and oil of the Styrian oil pumpkin: Components and biological activities. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 109: 1128-1140.
- Hoshmand, AR. (2006). *Design of Experiment for Agriculture and the Natural Sciences*, 2<sup>nd</sup> ed. Chapman & Hall/CRC, Boca Raton, FL.
- Jakop M. (2010). The effects of cover crops, cultivation system and location on soil mineral nitrogen, growth and yield organically produced oil pumpkins (*Cucurbita pepo* L. convar *citrullina* (L.) Greb. Var. *styriaca* Greb.) (Master Thesis). University of Maribor, Faculty of Agriculture and Life Sciences, Maribor.
- Wagner FS. (2000). The health value of Styrian pumpkin-seed oil – science and fiction. *Cucurbit Genetics Cooperation*. 23: 122-123.
- Worthington V. (2001). Nutritional quality of organic versus conventional fruits, vegetables and grains. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*. 7: 161-173.

### Acknowledgement

The project is partly financed by the European Social Fund of the European Union.

sa2012\_0524

# Determination of isoflavones in soybean meal after supercritical carbon dioxide extraction

Rezica SUDAR<sup>1</sup>, Stela JOKIĆ<sup>2</sup>, Darko VELIĆ<sup>2</sup>, Mate BILIĆ<sup>2</sup>, Aleksandra SUDARIĆ<sup>1</sup>,  
Snježana KELEKOVIĆ<sup>2</sup>, Sanja ZEC ZRINUŠIĆ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Agricultural Institute Osijek, Južno predgrađe, 17, 31000 Osijek, Croatia

<sup>2</sup>Faculty of Food Technology Osijek, F. Kuhača 20, 31000 Osijek, Croatia  
(e-mail: darko.velic@ptfos.hr)

## Abstract

Soybeans processed into oil are leaving a by-product with large amount of phenolic compounds known as isoflavones. The content of total and individual isoflavones in soybean meal after supercritical fluid extraction was determined by high performance liquid chromatography. The total isoflavone content in soybean meal ranged from 67.27 to 98.39 mg/100g of soybeans depending on the applied extraction conditions of pressure and temperature. The most abundant isoflavone was genistein. The highest content of daidzein (46.86 mg/100g) and genistein (51.54 mg/100g) was found in soybean meal after supercritical extraction at 250 bar and 50 °C. For non-treated soybeans, the total isoflavone content was 113.76 mg/100g of soybeans.

Key words: isoflavones, soybean meal, supercritical fluid extraction

## Određivanje sadržaja izoflavona u sojinoj sačmi zaostaloj nakon ekstrakcije ulja iz zrna soje superkričnim CO<sub>2</sub>

### Sažetak

Nakon ekstrakcije ulja iz zrna soje superkričnim CO<sub>2</sub> zaostaje sojina sačma koja sadrži značajnu količinu fenolnih spojeva poznatih kao izoflavoni. Sadržaj ukupnih i pojedinačnih izoflavona u sojinoj sačmi određen je primjenom tekućinske kromatografije visoke djelotvornosti. Sadržaj ukupnih izoflavona u sojinoj sačmi, nakon ekstrakcije ulja iz zrna soje superkričnim CO<sub>2</sub>, kretao se u intervalu od 67,27 do 98,39 mg/100g soje i ovisio je o ispitanim uvjetima tlaka i temperature ekstrakcije. Najveći sadržaj daidzeina (46,86 mg/100g) i genisteina (51,54 mg/100g) dobiven je u sojinoj sačmi nakon superkrične fluidne ekstrakcije pri tlaku 250 bar i temperaturi 50 °C. U netretiranom uzorku soje, ukupni sadržaj izoflavona iznosio je 113,76 mg/100g soje.

Ključne riječi: izoflavoni, sojina sačma, superkrična fluidna ekstrakcija

### Introduction

Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) is a legume that is consumed worldwide. Soybean meal left after the extraction of oil contains large amounts of phenolic compounds. The interest in extraction of phenolic compounds from the by-product arises from the fact that they are a source of significant amount of antioxidative compounds. Furthermore, soybean owes its recently acquired 'functional food' status to the presence of isoflavones (Riaz, 1999). Interest in soy isoflavones is based on the information on their potential in lowering cholesterol levels, preventing prostate and breast cancer, osteoporosis, cardiovascular disease as well as relieving menopausal symptoms (Head, 1998; Messina, 1999; Venter, 1999). The isoflavone content in soybeans comprise about 72% of the total phenols and are significantly affected by cultivar, environmental

factors and their interactions (Wang and Murphy, 1994; Hoeck et al. 2000; Lee et al. 2003; Seguin et al. 2004).

So far, a large number of scientific papers have been published on the determination of isoflavones in soybeans (Tsukamoto et al., 2005; Hoeck et al., 2000; Lee et al., 2003; Penalvo et al., 2004; Seguin et al., 2004; Kim et al., 2005; Malenčić et al., 2007; Devi et al., 2009; Slavin et al., 2009; Kumar et al., 2010; Mujić et al., 2011), but only few papers have dealt with determination of isoflavones in soybean meal after the supercritical extraction (Rostagno et al., 2002; Zuo et al., 2008; Nakada et al., 2009; Kumhom et al., 2011).

The aim of this work was to determine the content of the isoflavones in soybean meal after the supercritical carbon dioxide extraction. Supercritical carbon dioxide extraction was performed at different conditions of temperature and pressure. The content of total and individual isoflavones was determined by high performance liquid chromatography.

### Material and methods

**Material.** The extraction was performed on conventionally grown soybeans, variety “Ika,” created at the Agricultural Institute of Osijek. The samples were cleaned from impurities (stick, stems, damage seeds, dirt), milled in a grinder (HR 2860, Philips), and immediately after grinding stored at +4 °C prior to extraction. The soybeans dry matter content was determined by drying the milled soybeans at 105 °C to constant weight. The analysis was done in duplicates and the average dry matter content was noted as percentage. The dry matter content was about 91.9% and was determined in all experimental runs. The average particle size ( $d = 0.383$  mm) was determined using sieve sets (Retsch AS 200, Haan, Germany). Commercial carbon dioxide (Messer, Novi Sad, Serbia) was used. Aglycone standards of daidzein, glycitein and genistein were purchased from Acros Organics (USA).  $\beta$ -naftol, used as an internal standard, were purchased from Merck (Germany).

**Supercritical fluid extraction.** The extraction process was carried out on laboratory-scale high pressure extraction plant (HPEP, NOVA-Swiss, Effertikon, Switzerland), described previously by Pekić et al. (1995). The main plant parts and properties, by manufacturer specification, were: the diaphragm type compressor (with pressure range up to 100 MPa), extractor with internal volume 200 ml ( $P_{\max} = 70$  MPa), separator (with internal volume 200 ml,  $P_{\max} = 25$  MPa). Sample, 120 g of ground soybeans, was placed into extractor vessel. The carbon dioxide flow rate, expressed under normal conditions, was 1.629 dm<sup>3</sup>/min. Separator conditions were 1.5 MPa and 25 °C.

**Determination of isoflavone in soybean meal.** In soybean meal samples after supercritical carbon dioxide extraction determination of daidzein, genistein, glycitein, and total isoflavone content were performed. Isoflavone concentrations were determined by HPLC (Perkin Elmer, SAD) as described by Vyn et al. (2002). Briefly, 0.5 g samples were mixed with 10 mL of ethanol and 2 mL of concentrated HCl. The mixtures were hydrolyzed by heating at 60 °C for 2 h in a water bath. The samples were allowed to cool down; the  $\beta$ -naftol, as internal standard, were added and then the mixture were centrifuged at 3000 rpm for 10 min. The clear aliquot was filtered through a 0.45  $\mu$ m PTFE filter. The samples were analyzed for isoflavone content on an HPLC using the following instrumental conditions: mobile phases were solvent A (4% v/v aqueous acetic acid) and solvent B (100% methanol); solvent system (% solvent A/% solvent B), 0 min (70/30), 19.7 min (70/30), 3 min (50/50), 1.3 min (30/70), and 3 min (70/30); flow rate, 1.5 mL/min; and injection volume, 1  $\mu$ L. All measurements were conducted in triplicate.

### Results and discussion

The total and individual isoflavone content in soybean meal after different process conditions of supercritical carbon dioxide extraction is presented in Table 1. The examined extraction temperatures were 40, 45, 50 °C, and pressures were 100, 150, 200, 250 and 300 bar at the constant CO<sub>2</sub> flow rate of 0.194 kg/h. The composite values for three isoflavones (aglycone), namely daidzein, genistein, and glycitein were analyzed and expressed as total isoflavone content. The total isoflavone content in soybean meal was in range from 67.26 to 98.39 mg/100g of soybean. It can be also noticed that the most abundant isoflavone in soybean meal was genistein. The genistein series has gained most attention in isoflavone research because of its potential positive effects on health (Dixon and Ferreira, 2002). In non-treated soybean sample, the total isoflavone content was 113.76 mg/100g of soybeans (daidzein 60.79 mg/100g and genistein 52.97 mg/100g). Glycitein content in soybean meals was not reported since it was below the limit of detection. The highest content of daidzein (46.86 mg/100g) and genistein (51.54 mg/100g) was found in soybean meals left after supercritical extraction at 250 bar and 50 °C. Similar results for the content of daidzein and genistein in different soybean

cultivars created at Agricultural Institute Osijek were previously published by Sudar et al. (2010). They reported the daidzein content in the range from 23.05 to 38.14 mg/100 g, and genistein content in the range from 22.08 to 45.00 mg/100 g of soybeans. Mujić et al. (2011) reported that total isoflavone content in different soybean cultivars was in the range from 80.7 to 213.6 mg/100g. Several other authors considered the isoflavones as major phenolic compounds with concentration in different soybean varieties that may vary from 126.1 to 409.2 mg/100g of soybeans (Wang and Murphy, 1994; Tsukamoto et al., 1995). The total isoflavone content in five soybean cultivars published by Yamabe et al. (2007) were in range from 221 to 444 mg/100g. Furthermore, it was also reported that some soybean varieties had isoflavone content less than 100 mg/100g of soybean (Simonne et al., 2000). As can be seen from the results obtained during this investigation (Table 1) there is no regularity in the influence of extraction pressure (200 – 360 bar) and temperature (40 – 60 °C) on the content of isoflavones in soybean meal. The similar conclusions were obtained by Rostagno et al. (2002) who reported the total isoflavone content in the range from 11.65 to 86.28 µg/g, and just one sample of soybean meal that had very low total isoflavone content (1.98 µg/g) at extraction conditions of 60 °C and 300 bar .

Table 1. Isoflavone content (mg/100 g) in soybean meal after extraction of oil from soybean seeds by supercritical CO<sub>2</sub> at different extraction conditions

T (°C)	p (bar)	Daidzein (mg/100g)	Genistein (mg/100g)	Total isoflavone content (mg/100g)
40	100	32.14 ± 2.69	35.13 ± 1.62	67.27
	150	28.34 ± 3.18	58.89 ± 8.04	87.23
	200	43.19 ± 3.35	44.76 ± 5.93	87.95
	250	34.61 ± 1.08	51.25 ± 1.23	85.86
	300	34.78 ± 5.39	36.88 ± 6.49	71.66
45	100	25.95 ± 5.08	46.42 ± 5.38	72.37
	150	30.38 ± 5.94	48.24 ± 6.35	78.61
	200	30.32 ± 1.72	51.17 ± 2.97	81.49
	250	31.18 ± 0.56	48.71 ± 2.09	79.89
	300	39.65 ± 1.72	45.10 ± 2.99	84.75
50	100	40.97 ± 4.05	43.53 ± 5.32	84.49
	150	42.67 ± 4.05	42.32 ± 5.32	84.99
	200	33.95 ± 0.59	36.40 ± 2.64	70.35
	250	46.86 ± 3.43	51.54 ± 1.58	98.39
	300	34.61 ± 1.78	49.58 ± 0.08	84.19
Non-treated sample		60.79 ± 4.95	52.97 ± 3.91	113.76

### Conclusion

Soybean meal left after supercritical carbon dioxide extraction has a significant amount of antioxidative compounds know as isoflavones. The most abundant isoflavone in soybean meal during this investigation was genistein. The total isoflavone content in soybean seed meal was in the range from 67.27 to 98.39 mg/100g of soybeans depending on different extraction conditions. Glycitein content in soybean meal was not reported because it was below the limit of detection.

### Reference

- Devi M.K.A., Gondi M., Sakthivelu G., Giridhar P., Rajasekaran T., Ravishankar G.A. (2009). Functional attributes of soybean seeds and products, with reference to isoflavone content and antioxidant activity. *Food Chemistry* 114: 771–776.
- Dixon R.A., Ferreira D. (2002). Genistein. *Phytochemistry* 60: 205–211
- Head K.A. (1998). Isoflavones and other soy constituents in human health and disease. *Alternative Medicine Review* 3: 433–450.
- Hoeck J.A., Fehr W.R., Murphy P.A., Welke G.A. (2000). Influence of genotype and environment on isoflavone contents of soybean. *Crop Science* 40: 48–51.
- Kim J.J., Kim S.H., Hahn S.J., Chung I.M. (2005). Changing soybean isoflavone composition and concentrations under two different storage conditions over three years. *Food Research International* 38: 435–444.

- Kumar V., Rani A., Dixit A.K., Pratap D., Bhatnagar D. (2010). A comparative assessment of total phenolic content, ferric reducing-anti-oxidative power, free radical-scavenging activity, vitamin C and isoflavones content in soybean with varying seed coat colour. *Food Research International* 43: 323–328.
- Kumhom T., Elkamel A., Douglas P.L., Douglas S., Pongamphai S., Teppaitoon W. (2011). Prediction of isoflavone extraction from soybean meal using supercritical carbon dioxide with cosolvents. *Chemical Engineering Journal* 172: 1023–1032
- Lee S.J., Yan W., Ahn J.K., Chung I.M. (2003). Effect of year, site, genotype and their interactions on various soybean isoflavones. *Field Crops Research* 81: 181–192.
- Malenčić D., Popović M., Miladinović J. (2007). Phenolic content and antioxidant properties of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) seeds. *Molecules* 12: 576–581.
- Messina M.J. (1999). Legumes and soybeans grown foods: overview of their nutritional profiles and health. *American Journal of Clinical Nutrition* 70: 439–450.
- Mujić I., Šertović E., Jokić S., Sarić Z., Alibabić V., Vidović S., Živković J. (2011). Isoflavone content and antioxidant properties of soybean seeds. *Croatian Journal of Food Science and Technology* 3: 9–13.
- Nakada M., Imai M., Suzuki I. (2009). Impact of ethanol addition on the solubility of various soybean isoflavones in supercritical carbon dioxide and the effect of glycoside chain in isoflavones. *Journal of Food Engineering* 95: 564–571.
- Pekić, B., Zeković, Z., Petrović, L., Lepojević, Ž., Tolić, A. (1995). Behavior of (-)- $\alpha$ -Bisabolol and (-)- $\alpha$ -Bisabololoxides A and B in camomile flower with supercritical carbon dioxide. *Separation Science and Technology* 30: 3567–3576.
- Penalvo J.L., Nurmi T., Adlercreutz H. (2004). A simplified HPLC method for total isoflavones in soy products. *Food Chemistry* 87: 297–305.
- Riaz M.N. (1999). Soybeans as Functional Foods. *Cereal food world* 44: 88–92.
- Rostagno M.A., Araújo J.M.A., Sandi D. (2002). Supercritical fluid extraction of isoflavones from soybean flour. *Food Chemistry* 78: 111–117.
- Simonne A.H., Smith M., Weaver D.B., Vail T., Barnes S., Wei C.I. (2000). Retention and Changes of Soy Isoflavones and Carotenoids in Immature Soybean Seeds (Edamame) during Processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48: 6061–6069.
- Slavin M., Cheng Z., Luther M., Kenworthy W., Yu L. (2009). Antioxidant properties and phenolic, isoflavone, tocopherol and carotenoid composition of Maryland-grown soybean lines with altered fatty acid profiles. *Food Chemistry* 114: 20–27.
- Seguin P., Zheng W., Smith D.L., Deng W. (2004). Isoflavone content of soybean cultivars grown in eastern Canada. *Journal of The Science of Food and Agriculture* 84: 1327–1332.
- Sudar R., Sudarić A., Vratarić M., Nemet I., Jurković V. (2010). Optimizacija ekstrakcije izoflavona iz soje. In: 45rd Croatian and 5rd International Symposium on Agriculture, Opatija, HR, pp. 108–109.
- Tsukamoto C., Shimada S., Igita K., Kudou S., Kokubun M., Okubo K., Kitamura K. (1995). Factors affecting isoflavone content in soybean seeds: changes in isoflavones, saponins composition of fatty acids at different temperatures during the seeds development. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 43: 1184–1192.
- Venter C.S. (1999). Health benefits of soy beans and soy products: a review. *Journal of Family Ecology and Consumer Sciences* 27: 24–33.
- Vyn T.J., Yin X., Bruulsema T.W., Jackson C.C., Rajcan I., Brouder S.M. (2002). Potassium Fertilization Effects on Isoflavone Concentrations in Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.), *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50: 3501–3506.
- Wang H.J., Murphy P.A. (1994). Isoflavone content in commercial soybean foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 42: 1666–1673.
- Yamabe S., Kobayashi-Hattori K., Kaneko K., Endo H., Takita T. (2007). Effect of soybean varieties on the content and composition of isoflavone in rice-koji miso. *Food Chemistry* 100: 369–374.
- Zuo Y.B., Zeng A.W., Yuan X.G., Yu K.T. (2008). Extraction of soybean isoflavones from soybean meal with aqueous methanol modified supercritical carbon dioxide. *Journal of Food Engineering* 89: 384–389.

## Acknowledgement

This work was financially supported by the Ministry of Science, Education and Sport of the Republic of Croatia, project: 073-0730489-0344.

saz2012\_0525



# The potential of NIR spectroscopy for crude protein prediction in spelt (*Triticum spelta* L.)

Marina VRANIĆ, Ana POSPIŠIL, Krešimir BOŠNJAK, Goran PERČULIJA, Hrvoje KUTNJAK, Josip LETO, Damir SOKOLOVIĆ

University of Zagreb, Faculty of Agriculture, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Croatia, (e-mail: mvranic@agr.hr)

## Abstract

Near-infrared (NIR) spectroscopy (1100 – 2500 nm) was used to analyze the crude protein (CP) content of spelt (*Triticum spelta* L.). Modified partial least square (MPLS), principal component regression (PCR) and partial least square (PLS) techniques were used. Standard errors of calibration (SEC) were 5.57, 5.38 and 6.02 for MPLS, PLS and PCR, respectively, while standard errors of cross validation (SECV) were 6.19, 6.34 and 6.47 respectively. Comparing NIRS and the chemical procedure the standard error of prediction (SEP) for MPLS, PLS and PCR were 9.41, 8.87 and 9.50 respectively.

It was concluded that NIR spectroscopy has a great potential for CP prediction in spelt and that the PLS method is superior to the PCR and MPLS methods.

Key words: crude protein, spelt, NIR spectroscopy, PLS, MPLS, PCR

## Potencijal NIR spektroskopije za procjenu sadržaja sirovih proteina pira (*Triticum spelta* L.)

### Sažetak

Refleksijska spektroskopija u bliskom infracrvenom području (NIR spektroskopija) (1100 – 2500 nm) je korištena za procjenu sadržaja sirovih proteina (SP) uzoraka pira (*Triticum spelta* L.). Za razvoj kalibracije su korištene: metoda parcijalnih najmanjih kvadrata (PLS), modificirana PLS metoda (MPLS) i regresijska metoda glavnih komponenata (PCR). Standardna greška kalibracije (SEC) za MPLS, PLS i PCR metodu je iznosila 5,57; 5,38 i 6,02 respektivno, a standardna greška unakrsne validacije (SECV) 6,19; 6,34 i 6,47 respektivno. U usporedbi NIR i referentne kemijske metode za utvrđivanje sadržaja SP, standardna greška procjene (SEP) za MPLS, PLS i PCR metodu je iznosila 9,41; 8,87 i 9,50 respektivno.

Zaključeno je da NIR spektroskopija ima veliki potencijal za procjenu sadržaja SP u uzorcima pira, te da je PLS metoda modeliranja ima prednosti u odnosu na PCR i MPLS metodu.

Ključne riječi: sirovi proteini, pir, NIR spektroskopija, PLS, MPLS, PCR

### Introduction

Near-infrared spectroscopy (NIRS) has been widely used in quality control in plant and grain material for different purposes due to its properties: speed, accuracy, precision and non-destructiveness (Fahey and Hussein, 1999). One of the main fields of application of NIRS technology is the quality determination of forages (Shenk and Westerhaus, 1995) as fresh grass silage (Vranić et al., 2005) or semi-natural grassland (Vranić et al., 2010). This technique has been widely used in forage analysis since the 1970s (Norris et al., 1976). The implementation of NIR technology has been growing because of the development of chemometric

procedures used for the calibration of these instruments (Osborne et al., 1993).

Spelt (*Triticum spelta* L.) is close relative of wheat, but the grain resembles barley in appearance. The hulls are not usually removed from the kernels in threshing. Spelt resemble oats in nutritive value. They may be used in the same manner as oats in feeding the various categories of livestock. Crude protein (CP) calibrations of wheat samples at different growth stages in different plant parts have been reported (Noaman and Taylor, 1990) while the prediction ability of NIR for CP concentration in spelt has not been reported.

The aim of the present work is to evaluate the ability of NIR spectra to predict CP concentration in spelt from NIR spectra.

### Materials and methods

A calibration set of 36 spelt samples (Pospišil et. al, 2011) and a validation set of 13 samples were collected for this investigation. Dried spelt samples were grinded to pass 1mm screen. Total N concentrations was determined by the Kjeldahl method (AOAC 1990, ID 954.01) using a Gerhardt nitrogen analyzer. Additionally, N concentration was expressed as CP (total N x 6.25) g kg<sup>-1</sup> DM.

The same samples were than re-dried at 105°C for at least 5 hours. Two independent scans were recorded from each of 49 samples, using a NIRSystem Model 6500 spectrometer (Foss-NIRsystem, Sweden) fitted with a sample transport module and a product sample cup (5 x 6.5 cm). Samples were scanned (32 scans co-aded) using the ISI SCAN Version 1.0 (Infrasoft International, Port Matilda, PA, USA) from 1100 to 2498 nm in reflectance mode (R mode: PbS detector) (Fig.1). Data were collected every 2 nm (700 data points per spectrum). The mean spectral value of each sample was calculated using the WIN ISI III Version 1.5.

### Statistical analysis

In performing measurements with the NIRSystem Model 6500 spectrometer, a large number of data are generated for each sample and some data reduction method is needed to facilitate data interpretation. For transforming the measured spectral data into the sample properties producing model that describes the relationship between spectral data and CP, three methods were used: modified partial least square (MPLS), principal component regression (PCR) and partial least square (PLS). PLS regression is similar to PCR but uses both reference data (chemical, physical, etc.) and spectral information to form the factors useful for fitting purposes (Martens and Naes, 2001). MPLS is often more stable and accurate than the standard PLS algorithm. In MPLS, the NIR residuals at each wavelength, obtained after each factor has been calculated, are standardized (dividing by the standard deviations of the residuals at each wavelength) before calculating the next factor.

When developing equations, cross-validation is recommended in order to select the optimal number of factors and to avoid overfitting (Davies and Williams, 1996). Validation errors were combined into a standard error of cross-validation (SECV) (Shenk and Westerhaus, 1995). The multivariate regression equations were obtained using the standard normal variate and standard multiplicative scatter correction methods for scatter correction (Barnes et al., 1989). The statistics used to select the best equations were multiple correlation coefficients (RSQ) and the standard error of cross-validation (SECV). The prediction capacity of the model obtained was evaluated with the standard prediction error encountered in the NIR model (SEP).

### Results and discussion

The CP concentration in spelt samples used to perform the investigation is shown in Table 1.

Table 1 Crude protein concentration in the calibration set of spelt samples (g kg<sup>-1</sup> dry matter)

The name of the sample set	N	Minimum	Maximum	Mean	SD
Calibration and validation set	36	125.97	219.07	172.5	15.51
Selected calibration set	25	133.32	171.43	171.43	16.16

number of samples (N); standard deviation (SD)

## The potential of NIR spectroscopy for crude protein prediction in spelt (*Triticum spelta* L.)

The mean, SD and range of values of CP concentration are also included. The concentration of CP in spelt was between 125.97-219.07 g kg<sup>-1</sup> DM. The randomly selected calibration set consisted of 25 samples that contained 133.32-171.43 g kg<sup>-1</sup> DM of CP.

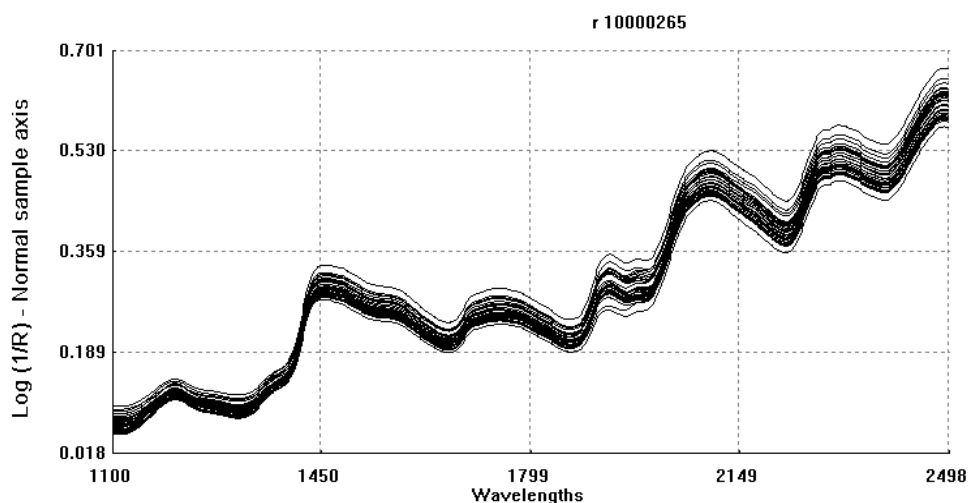


Figure 1 Original spectra of spelt for the calibration and validation set

### Calibration equations

The statistical parameters of the calibration equations for CP are shown in Table 2, indicating N, the number of samples used to obtain the calibration equation after removing the samples for spectral (H criterion).

Table 2 Calibration statistics for spelt samples

Method applied	Number of samples	SEC	RSQ	SECV	SEP
PLS	24	5.38	0.87	6.34	8.87
MPLS	24	5.57	0.87	6.19	9.41
PCR	24	6.02	0.85	6.47	9.50

standard error of calibration (SEC); the correlation coefficient (RSQ);  
standard error of cross validation (SECV); standard error of prediction (SEP)

To calibrate and validate CP, 36 samples of spelt were employed while for testing model repeatability additional 13 samples of unknown CP concentration. Calibration was carried out using NIRS technology and a remote reflectance fibre-optic probe applied directly on the sample with no previous treatment or manipulation.

Furthermore, the risk of mistake with the equations under practical conditions was very low or almost nil when using the standardised H statistic (Mahalanobis distance) during routine analysis of unknown samples (Martens and Naes, 2001). After the number of principal components had been calculated, detection of anomalous spectra was accomplished using the Mahalanobis distance (H statistic), establishing  $H > 3$  as the limit value for spectral reasons; 1 sample was removed.

Based on SEC and SEP the PLS method is the most reliable to predict CP in spelt while the lowest SECV is obtained using MPLS method.

Figure 2 shows the relationship between chemical (LAB) data and data calculated from near infrared (NIR) spectral data for crude protein (g kg<sup>-1</sup> DM) for the 25 spelt samples investigated.

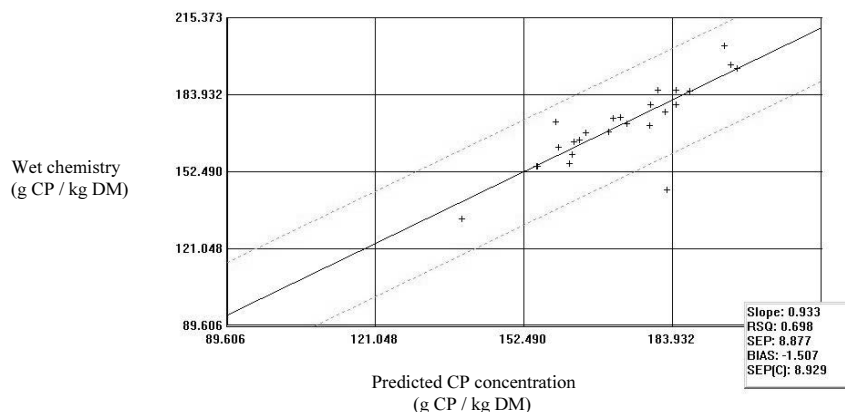


Figure 2

The predicted crude protein (CP) concentration and wet chemistry results for spelt samples obtained by PLS method

The present results corresponds with Noaman et al. (1988) who reported a good ability of the NIR for prediction of CP in wheat along the different growth stages. Lower RSQ in the present work for MPLS, PLS and PLR method (0.87; 0.87 and 0.85 respectively) than previously reported for predicting the CP in feed for cow (De Boever et al.,1994) might be result of lower number of samples used for calibration development.

## Conclusions

The results show the great potential of NIR spectroscopy for CP prediction in spelt while the PLS method was the most reliable over the PCR and MLR methods applied.

## Literature

- AOAC (1990). Official methods of analysis of the association of Official Agricultural Chemists. 15th edn. (AOAC: Arlington, VA, USA).
- Barnes R.J., Dhanoa M.S., Lister S.J. (1989). *Applied Spectroscopy* 43:772–777.
- Davies A.M.C., Williams P. (1996). Near infrared spectroscopy: the future waves. Proceedings of the Seventh International Conference on Near Infrared Spectroscopy. NIR Publications, Chichester, West Sussex, UK
- De Boever J.L., Cottyn B.G., Vanacker J.M., Boucque Ch.V. (1994). The use of nirs to predict the chemical composition and the energy value of compound feeds for cattle. *Animal Feed Science and Technology* 51:243- 253.
- Fahey G.C., Hussein H. S. (1999). Forty years of forage quality research: accomplishments and impact from an animal nutrition perspective. *Crop Science* 39:4–12.
- Martens H., Naes T. (2001). *Multivariate calibration*. Wiley, Chichester, UK
- Noaman M.M., Taylor G.A., McGuire C.F. (1988). Estimation of protein concentration in three plant parts at four growth stages in wheat by near infrared reflectance. *Canadian Journal of Plant Science* 68:217–220.
- Noaman M.M., Taylor G.A. (1990). Vegetative protein and its relation to grain protein in high and low grain protein winter wheats. *Euphytica* 48:1–8.
- Norris K.H., Barnes R. F., Moore J.E., Shenk J.S. (1976). Predicting forage quality by infrared reflectance spectroscopy. *Journal of Animal Science* 43:889–897.
- Osborne B.G., Fearn T., Thindle P.H. (1993). *Practical NIR Spectroscopy with Applications in Food and Beverage Analysis*. Harlow, UK: Longman.
- Pospišil A., Pospišil M., Svečnjak Z., Matotan S. (2011). Influence of crop management upon the agronomic traits of spelt (*Triticum spelta* L.). *Plant Soil Environment* 57:435-440.

## The potential of NIR spectroscopy for crude protein prediction in spelt (*Triticum spelta* L.)

Shenk J.S., Westerhaus M.O. (1995). Analysis of agriculture and food products by near infrared reflectance spectroscopy. Monograph NIRSystems Inc, 12101 Tech Road, Silver Spring MD 20904 USA

Vranić M., Knežević M., Seregély Z., Bošnjak K., Leto J., Perčulija G. (2005) Prediction of Dry Matter and Crude Protein Content in Fresh Grass Silage by Near Infrared Spectroscopy. Progress in Agricultural Engineering Sciences 1:57-75.

Vranić M., Knežević M., Leto J., Bošnjak K., Perčulija G., Kutnjak H., Knezić L., Teskera M. (2010). Procjena udjela sirovih proteina poluprirodnog travnjaka NIR spektroskopijom. 45. hrvatski i 5. međunarodni simpozij agronoma. S. Marić, Z. Lončarić (ur.) 950-954.

sa2012\_0526





Section

## 6 Proceedings

Fisheries, Game Management and Beekeeping

47  
Hrvatski

7  
Međunarodni  
Sympozij  
Agronoma

### Zbornik radova

Ribarstvo, lovstvo i pčelarstvo





# Inducirani mrijest male kapice (*Chlamys varia* Linnaeus, 1758)

Mara ANTOLOVIĆ, Valter KOŽUL, Nenad ANTOLOVIĆ, Jakša BOLOTIN, Nikša GLAVIĆ

Sveučilište u Dubrovniku, Institut za more i priobalje, Damjana Jude 12, Dubrovnik, Hrvatska,  
(e-mail: maraantolovic@ymail.com)

## Sažetak

U ovom radu prikazani su rezultati induciranog mrijesta *Chlamys varia* u laboratorijskim uvjetima. U radu je ispitana stimulacija mrijesta serotoninom i provjerena mogućnost oplodnje jajašca. Provjereno je stanje gonada mikroskopskim promatranjem razmaza gonada izuzetih iz živih jedinki. Otpuštanje gonada češljače *C. varia* može se uspješno stimulirati serotoninom, a kao matični stok se mogu koristiti jedinke školjkaša i nakon punkcije gonada.

Ključne riječi: *C. varia*, mrijest, serotonin, gonade, matični stok

## Stimulated spawning of scallop *Chlamys varia*

### Abstract

The objectives of the work were: a) to examine the stimulation of spawning with serotonin and check the fertilization of eggs as evidence of the successful experiment. b) check the gonad status by microscopic observation of gonad smears excluded from living specimens. It was concluded that the spawning of *C. varia* can be successfully stimulated with serotonin. For breeding stock can be used specimens after the biopsy of the gonads as well.

Key words: *Chlamys varia*, serotonin, spawning, gonads, breeding stock

### Uvod

Gametogeneza je kod češljača, kao i kod drugih školjkaša, nasljedno kontrolirani odgovor na uvjete okoliša. Unutar organizma dolazi do interakcije egzogenih (temperatura, salinitet, svijetlost, hrana) i endogenih (neuronski, hormonski) faktora te se stvaraju uvjeti za reprodukciju. Nakon što je dosegao određenu fiziološku zrelost, organizam koji je izložen nužnim ekološkim uvjetima, počinje sa rastom gonada i gametogenezom. Neuroendokrina aktivnost igra vrlo važnu ulogu u koordiniranju fizioloških procesa, unutar organizma, da bi reproduktivni odgovor bio u skladu sa okolišnim čimbenicima. Dakle, uspješnost nizanja događaja u gametogenetskom ciklusu ovisi o mnogim faktorima (Blake i Sastry 1979). Pokazalo se da je serotonin vrlo važan posrednik u reprodukciji školjkaša te izaziva mrijest. Kod svih ispitanih školjkaša do sada, pokazao se prisutan u centralnom živčanom sustavu (Gibbons i Castagna, 1984), u velikim količinama neposredno prije mrijesta, ali u smanjenoj količini nakon mrijesta (Martinez i Riviera 1994). Vjerojatno funkcionira kao neurotransmiter, a injektiranje serotonina u mišić aduktor može izazvati mrijest kod češljača (Matsutani i Nomura, 1987). Kontrolirani mrijest *C. varia* je opisao Burnell (1983), Le Pennec i Dis-Menguss (1985), Acosta i Alvarez (1990), Roman i Fernandez (1990) i Louro i sur. (2003) potaknuti činjenicom da prikupljanje mladi na kolektore u prirodnim uvjetima pokazalo neredovito. Louro i sur. (2003) opisuju uzgoj *Chlamys varia* u laboratorijskim uvjetima, u pogonu predviđenom za uzgoj *P. maximus* (Lin. 1758). Navode kako je, za razliku od drugih vrsta porodice češljača (Pectinidae: *P. maximus*, *P. jacobaeus* (Lin. 1758) i *Aequipecten opercularis* Lin., 1758) koje su uzgojene u COAC-u, sazrijevanje *C. varia*

u periodu kondicioniranja trajalo kratko (4-5 tjedana) i mrijest se uspješno stimulirao, što dopušta da se kultura ličinaka vremenski planira. *C. varia* je uzastopan protoandrični hermafrodit (Rodriguez i sur., 1993). Obično postoji nepravilnost u omjeru spolova, gdje mužjaci dominiraju među manjim kapicama, a ženke među većima. Jedinke veće od 18 mm dužine su spolno zrele (Shafee i Lucas, 1980). Jedinica je odvojena spola, ali može promijeniti spol nakon mrijesta (Brand, 2006). Stanje gonada može se pratiti izradom otisaka (razmaza) tkiva gonada te njihovim mikroskopskim pregledom (Helm i Bourne, 2004). Oocite kod školjkaša su u jajnicima pohranjene u profazi, a razvoj se nastavlja za vrijeme mrijesta. Nakon oplodnje oocita nastavlja mejozu zaustavljenu u metafazi I (Colas i Dube 1998). Tijekom mejoze nastaju dva polarna tjelešca, a kada se pojave, indiciraju na uspješnu oplodnju. Dioba stanica počinje oko 30 min nakon oplodnje (Helm i Bourne, 2004). Ciljevi rada bili su: a) ispitati stimulaciju mrijesta serotoninom i provjeriti mogućnost oplodnje jajašaca kao dokaz uspješnosti pokusa. b) provjeriti stanje gonada mikroskopskim promatranjem razmaza gonada izuzetih iz živih jedinki.

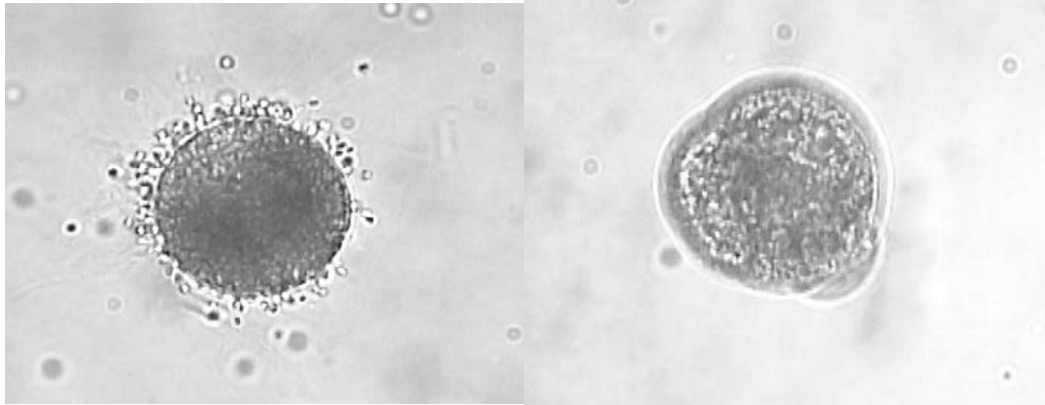
### Materijali i metode

Matični stok je sakupljen u uvali Bistrina u Malostonskom zaljevu u svibnju 2011.g. na dubini od oko 9 m i prevezen je u laboratorij Instituta za more i priobalje Sveučilišta u Dubrovniku. Školjkaši su ostavljeni u protočnim bazenima 24 sata da se umanjí djelovanje šoka nastalog zbog izuzimanja iz prirode i prijevoza. Odabrani su školjkaši između 35 mm i 40 mm dužine. Jedinke školjkaša su stavljene u odvojene staklene posude sa morskom vodom (20°C). Spol je utvrđen mikroskopskim ispitivanjem uzoraka gonada pribavljenih punkcijom (Louro et al., 2003). Matični stok je pritom ostao neoštećen. Burton i sur. (1996) preporučuju metodu mikroskopskog pregleda preparata dobivenog usisavanjem komadića tkiva, zato što se to može napraviti na živim školjkašima. Gonade su promatrane elektronskim mikroskopom povećanja 10x i 40x, utvrđena je veličina stanica, položaj jezgre i gibljivost spermija. Ženke koje su imale dobro razvijene gonade (nabubrene, boje bijele, bež ili žute), injektirane su intramuskularno sa 0.2 ml sa 0.2 mM serotoninom (Roman i Fernandez 1990) Kada je mrijest započeo, mužjaci su injektirani, a sperma različitih jedinki je poslije promiješana. Oocite su procijeđene da se uklone otpadci i feces (sito veličine 100 µm). Suspenzija sperme je dodana u posude s oocitama (Gruffyd i Beaumont 1970). Oplodnja i dijeljenje stanica su redovito kontrolirani i fotografirani.

### Rasprava i rezultati

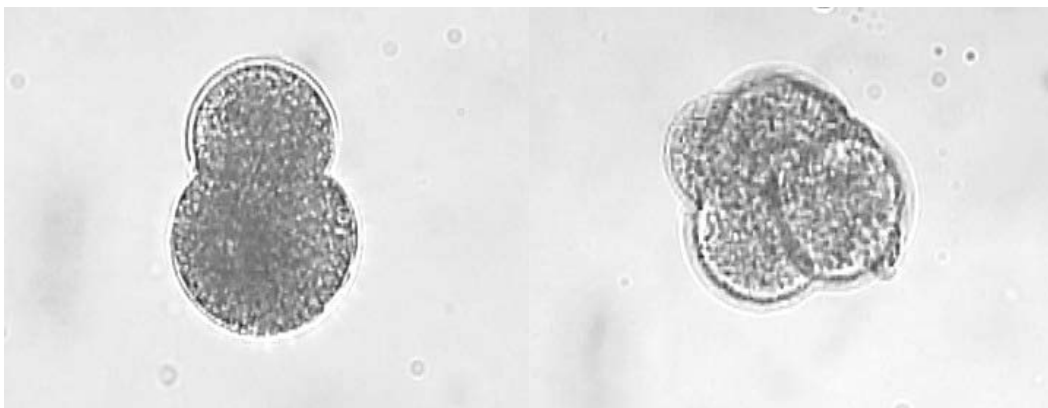
Rezultati mogućnosti stimulacije mrijesta serotoninom bili su slični onima koje su prijavili Roman i Fernandez (1990) i Louro et al. (2003). U opisanom pokusu su se za matični stok koristile jedinke između 35 mm i 40 mm dužine, što se razlikuje od dužina istih u pokusima drugih autora. Roman i Fernandez (1990) su za matični stok koristili jedinke između 50 mm i 75 mm dužine, Louro i sur. (2003.) jedinke između 30 mm i 50 mm, a Burnell (1983) jedinke veće od 50 mm. Promjer gonada je bio između 42 µm i 50 µm, što je manje od onih koje je zabilježio Burnell (1983), 65-70 µm, i Louro i sur. (2003), 68-72 µm a na donjoj granici onih koje spominju Le Pennec i Diss-Mengus (1985), 50-60 µm. 75 % ženki i 100 % mužjaka iz ovoga pokusa je reagiralo na stimulaciju serotoninom, što je slično opisanom (Louro i sur. 2003), kada je reagiralo 58.3% ženki i 80% mužjaka. Bilo je potrebno 5 do 30 min nakon stimulacije serotoninom da ženke počnu reagirati izbacivanjem jajašaca, a mužjaci su se mrijestili 5 do 11 min nakon injektiranja. Louro i sur. (2003) navode da je vrijeme mrijesta za oba spola bilo 7 do 43 min nakon injektiranja. Oplodnja je započela odmah nakon miješanja sperme i jajašaca. Nakon 20 minuta od oplodnje (slika. 1) počela je dioba stanica (slika. 2), nakon 1 sat i 14 min, mogle su se uočiti forme od dvije, i četiri stanice (slika. 3 i 4) nakon 2 sata i 35 minuta, uočena je forma od osam stanica (slika. 5). Prosječna temperatura morske vode je bila 20±0,5°C.

## Stimulated spawning of scallop *Chlamys varia*



Slika 1. Oplodnja oocite

Slika 2. Početak diobe



Slika 3. prva dioba

Slika 4. Druga dioba



Slika 5. Treća dioba

### Zaključci

Punkcijom gonada se može utvrditi spol i zrelost spolnih stanica. To nije agresivna metoda pa jedinke ostanu neoštećene i mogu se koristiti za mrijest. Ispitivanjem spola na ovaj način je moguće planirati broj jedinki potrebnih za matični stok. Moguće je uspješno stimulirati mrijest *C. varia* serotoninom, a zrele spolne stanice su sposobne za oplodnju.

**Literatura:**

- Acosta, C.P., Alvarez, M.J. (1990): Cultivo de zamburiña (*Chlamys varia* L.) I. Experiencias en cultivo larvario. Actas del III Congreso Nacional de Acuicultura: str. 445-449.
- Blake, N. J., Sastry, A. N., 1979. Neurosecretory regulation of oogenesis in the bay scallop *Argopecten irradians* (Lamarck). In: E. Naylor and R. G. Hartnoll (Eds. ). Cyclic Phenomena in Marine Plants and Animals. Pergamon Press, New York. str. 181-190.
- Brand, A.R. (2006): Scallop ecology: Distributions and Behavior. str. 651-713, u: Shumway, S., E., & Parsons, J., G.: Developments in Aquaculture and Fisheries science - 35 volume: Scallops: biology, ecology and aquaculture. Second edition. The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford, OX5 1GB, UK, 1460 str.
- Burnell, G.M. (1983): Growth and reproduction of the scallop, *Chlamys varia* (L.), on the west coast of Ireland. PhD Thesis. Nation University of Ireland, Galway, Ireland. 295 str.
- Burton, S.A., Johnson, G.R., Davidson, T.J., 1996.: Cytologic sexing of marine mussels (*Mytilus edulis*). J. Shellfish Res., 15, 345-47.
- Colas, P., Dube, F., 1998.: Meiotic maturation in mollusk oocytes. Semin. Cell Dev. Biol. 9, 539-548.
- Gibbons, M.C., Castagna, M., 1984.: Serotonin as an inducer of spawning of 6 bivalve species, Aquaculture 40, 189-191.
- Gruffyd, L.L.D., Beaumont, A. R., 1970.: Determination of the optimum concentration of eggs and spermatozoa for the production of normal larvae in *Pecten maximus* (Mollusc, Lamellibranchia ). Helgolander wiss. Meeresuners. 20:486-497
- Helm, M. M., Bourne, N., 2004. Hatchery Culture of bivalves, A practical manual, FAO, Fisheries Technical paper no: 471. Rome, FAO, 177 str.
- Le Pennec, M., Diss-Menguss (1985): Rearing of *Chlamys varia* (L.) in commercial hatchery. 5th. Int. Pectinid Workshop. La Coruña, Spain, 6-8 May. 9str.
- Louro, A., De La Roche, J.P., Campos, M.J., Roman, G. (2003): Hatchery rearing of the black scallop, *Chlamys varia* (L.). Journal of Shellfish Research, Vol. 22, No. 1, 95-99.
- Martinez, G., Riviera, A., 1994.: Role of monoamines in the reproductive process of *Argopecten virginica* (Gmelin 1791) in the James River, Virginia, during 1987-1988. J. Shellfish Res., 13, 157-64.
- Matsutani, T., Nomura, T., 1987.: In vitro effects of serotonin and prostaglandins on release of eggs from the ovary of the scallop, *Patinopecten yessoensis*. Gen. Comp. Endocrinol. 67, 111-118.
- Rodriguez, S.R., Ojeda, F.P., Inestrosa, N.C. (1993): Settlement of benthic marine invertebrates. Mar. Ecol. Prog. Ser. 97, 193-207.
- Roman, G., Fernandez, I., 1990.: Metodos de obtencion de gametos de pectinidos para su cultivo larvario. u: A. Landin & A. Carvino, urednici. Acas III Congreso Nac. Acuicult: str. 433-438.
- Shafee, S.M., Lucas, A. (1980): Quantitative studies on the reproduction of black scallop *Chlamys varia* (L.) from Lanveoc area. J.exp.mar. Biol. Ecol., 1980, Vol. 42, str. 171-186.

**saz2012\_0601**

# Analiza populacije srne obične (*Capreolus capreolus*, L.): evaluacijski postupci za utvrđivanje plodnosti kod ženki

Dražen DEGMEČIĆ<sup>1</sup>, Ivica BUDOR<sup>2</sup>, Siniša OZIMEC<sup>3</sup>, Ivica BOŠKOVIĆ<sup>3</sup>,  
Tihomir FLORIJAČIĆ<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Hrvatske šume d.o.o., Uprava šuma Osijek, Š. Petefija 35, Bilje, Hrvatska

<sup>2</sup> Hrvatski lovački savez, Nazorova 63, Zagreb, Hrvatska

<sup>3</sup> Sveučilište J.J. Strossmayer u Osijeku, Poljoprivredni fakultet, Trg Sv. Trojstva 3, 31000 Osijek, Hrvatska  
(e-mail: flory@pfos.hr)

## Sažetak

Populacija srne istraživana je tijekom dvije godine (1969. i 1970.) u šumi Haljevo, koja se na površini od 1.300 ha nalazi u središnjem dijelu Baranje. Brojnost populacije u vrijeme istraživanja iznosila je 200 grla. Na odstrijeljenim ženjkama izmjerene su vrijednosti neto mase srna, te masa i duljina zametka. Obradom uzorka od 23 ženke utvrđeno je 48 zametaka (u kasnijim mjesecima odstrijela govorimo o plodovima), što iznosi 2,08 zametka po odstrijeljenoj ženki. Utvrđeno je da se 70 % srna okoti u razdoblju 21.-31. svibnja, a 30 % u razdoblju 11.-20. svibnja. Rezultati pokazuju da je u 70 % srna intenzivan rast i razvoj embrija započeo između 21. i 31. prosinca prethodne godine. Nakon obrade podataka utvrđena je korelacija između početka intenzivnog razvoja embrija, mase embrija, duljine embrija i vremena okota.

Ključne riječi: srna obična, *Capreolus capreolus*, embrij, tjelesna masa

## Analyses of roe deer (*Capreolus capreolus*, L.) population: evaluation procedures for determination of female fertility

### Abstract

Population of roe deer was surveyed during two year period (1969. and 1970.) in the Haljevo forest, situated on surface of 1,300 ha in the central part of Baranja region. Population size in the surveyed period was 200 individuals. Parameters of net weight of adult females, and weight and length of embryos have been measured. By analyses of 23 samples of culled roe deer does, 48 embryos was recorded, which amounts 2.08 embryo per doe. It was determined that 70 % of roe deer does gave birth in the period from 21-31 May, while 30 % in the period from 11-20 May. The results point out that in 70 % of roe deer does intensive growth and development of the embryo started between 21 and 31 December of the previous year. This paper confirms the correlation among the beginning of the intensive development of the embryo, the embryo weight, embryo length and time of litter.

Key words: roe deer, *Capreolus capreolus*, embryo, body mass

## Uvod

Postoje tri pristupa analizi populacije (Gaillard i Badia, 1991): 1) procjena i nadzor nad veličinom populacije tijekom vremena; 2) procjena i nadzor nad važnim populacijskim čimbenicima i (3) nadzor nad limitirajućim čimbenicima populacije. Ostvarena stopa prirasta je vrlo važna komponenta populacijske dinamike, a određena je vremenom spolnog sazrijevanja jedinke, udjelom ženki koje sudjeluju u parenju i prosječnom veličinom legla. Stupanj oplodnje (broj zametaka po srni), priplod (broj lanadi neposredno po lanjenju- veličina legla), gubici lanadi u prvih 5 do 6 mjeseci života i ostvareni/jesenski prirast pred lov, važni su čimbenici koje valja poznavati i primjenjivati pri gospodarenju populacijom. Studije u mnogim zemljama Europe potvrdile su visoki stupanj oplodnje kod srneće divljači, pregledom žutih tijela (*corpora lutea*) na jajnicima i brojanjem embrija (Danilkin, 1996). Većina ženki pripadnika porodice jelena je poliestrična tijekom jedne sezone; ovulacija je kontrolirana fotoperiodom, odnosno duljinom trajanja dana, parenje se kalendarski odvija u kasno ljeto i jesen, te se zametak odmah počinje razvijati. Srna je iznimka ovom pravilu. Parenje se odvija u ljeto, ženke su monoestrične, a implantacija blastociste u stjenku maternice odgođena je za pet mjeseci. Fiziološki mehanizmi koji kontroliraju ovulaciju se razlikuju od mehanizama kod drugih jelenskih vrsta, koji se pare kada je duljina dana u odnosu na noć kraća od 12 sati. Kod srne je ovulacija potaknuta danom duljim od 12 sati, dok je razvoj embrija potaknut kraćim trajanjem dana. Mužjaci jelenskih vrsta spolno su aktivni nekoliko mjeseci prije parenja (dva do četiri mjeseca) te su ženke uspješno oplodene nakon jedne ili dvije ovulacije. Srnjaci su, međutim, spolno aktivni gotovo sedam mjeseci, ali je sezona parenja vrlo kratka jer su srne monoestrične i ovulacija im traje svega 36 sati (Strandgaard, 1972; Hoffmann i sur. 1978; Sempere i sur., 1989). Cilj rada je opisati kako pratiti ove fiziološke mehanizme i praktično ih primijeniti u gospodarenju srnećom divljači.

## Materijal i metode

Tijekom dvije godine: 1969. i 1970. (Nikolandić – usmeno priopćenje), prikupljeni su podaci o populaciji srna koja obitava u šumi Haljevo, smještenoj na površini od 1.300 ha u središnjem dijelu Baranje (N45°43'49.21" E18°37'08.47"). Cjelogodišnjim promatranjem je utvrđeno da brojnost populacije srna u šumi i okolnom pojasu do 200 m od šume iznosi 200 grla. Za istraživanje su korišteni podaci uzeti s 23 odstrijeljene ženke u razdoblju od kraja prosinca do kraja svibnja, te izuzetno za vrijeme lovostaje, zaključno sa svibnjem. Nakon odstrjela i dopreme u prostor hladnjače utvrđivana je neto masa ženki, plodnost odstrijeljenih ženki i broj zametaka. Mjerenja mase i duljine zametka urađena su u laboratoriju. Masa zametka izmjerena je vagom s gramskom točnošću, a duljina milimetarskom mjernom vrpcom. Šivači konac je korišten za mjerenje duljine zametka jer ima sposobnost priljublivanja uz tijelo, te je tako lakše pratiti liniju tijela zametka (od vrha njuške, prateći hrbat, do korijena repa). Konac je zatim prenijet na milimetarsku mjernu vrpcu, a očitana vrijednost je ulazna za grafikon rasta i razvoja ploda prema Valentinčiću (1958). Svi prikupljeni podaci statistički su obrađeni u programu SPSS 16.0.1.

## Rezultati i rasprava

Ukupno su odstrijeljene 23 ženke u pet mjeseci: siječanj, veljača, ožujak, travanj, svibanj. Nakon obrade je utvrđeno da su one nosile 48 zametaka (u kasnijim mjesecima odstrjela govorimo o plodovima) ili 2,08 zametka po odstrijeljenoj ženki. Navedeni brojčani podatak ne smatra se stvarnim prirastom, već orijentacijskim u kontroli parenja i oplodnje. Visoki stupanj oplodnje kod srne obične (*Capreolus capreolus*, L.) utvrđen je pregledom maternice i utvrđivanjem broja zametaka, a kasnije plodova u srna odstrijeljenih u nekim državama Europe. Zabilježene su sljedeće referentne vrijednosti broja zametaka po srni: 1,9 u Danskoj (Strandgaard, 1972) i Švicarskoj (Wandeler, 1975) te 1,85 u Njemačkoj (Stubbe, 1997). Provedenim istraživanjem utvrđen je po jedan zametak kod dvije srne (9 % ukupnog broja), 17 srna (74%) su nosile dva zametka, a po tri zametka 4 srne (17 %). Od ukupno 48 zametaka, 23 su ženskog, a 25 muškoga spola, što je podudarno s prirodnim omjerom spolova 1:1 u uravnoteženim populacijama slobodne prirode (Sibly i sur., 2003).

Srna je jedini dvopapkar s odgođenom implantacijom jajne stanice u stjenku maternice; to je pojava diapauze ili embriotenije, a oplodena se jajna stanica usporeno razvija. Kontinuirani razvoj zametka započinje kada žlijezde maternice počnu izlučivati tvari specifičnog sastava koje djeluju kao okidač normalnom tijeku rasta i razvoja embrija (Danilkin, 1996). Upravo je embriotenija razlog što kod srne nije moguće odrediti datum oplodnje, već datum početka intenzivnog razvoja embrija, a koji je bitan za procjenu vremena okota lanadi.

**Analyses of roe deer (*Capreolus capreolus*, L.) population: evaluation procedures for determination of female fertility**

Razdoblje gravidnosti srne varira u različitim dijelovima Europe od 264 do 318 dana, ali dio intenzivnog razvoja embrija traje znatno kraće, oko 5 mjeseci ili 150 dana (Danilkin, 1996). Poznavanje vremena početka intenzivnog razvoja embrija, kao i kada se datumski očekuje okot upućuju na to hoće li lanad biti okoćena u vrijeme kada je obilje vegetacije, što poboljšava kakvoću mlijeka srne, ili će se okotiti kasnije u ljeto kada je vegetacija lošije kvalitete pa će lanad sporije napredovati, ili će se, pak, okotiti prerano i zbog loših klimatskih uvjeta stradati (npr. pothlađivanje). Također, sinkronizacija okota je korisna antipredatorska taktika, jer postizanjem većeg broja lanadi u isto vrijeme smanjuje se trajanje razdoblje kada čine dostupni izvor hrane predatorima (Linnell i sur., 1998).

Podaci dati u tablici 1 pokazuju da se 70 % srna okotilo u razdoblju 21.-31. svibnja, a 30 % u razdoblju 11.-20. svibnja. Sukladno tome, kod 70 % srna intenzivan rast i razvoj embrija započeo je između 21. i 31. prosinca prethodne godine. Utvrđeni datumi podudarni su s datumima zabilježenima u nekoliko država Europe.

**Tablica 1. Parametri analize vrijednosti ženki u populaciji srneće divljači**

Mjesec odstrjela	Broj uzoraka	Masa embrija (g)	Duljina embrija (mm)	Neto masa ženke (g)	Vrijeme okota	Vrijeme intenzivnog razvoja embrija	Broj dana razvoja
Siječanj	N	11	11	6	11	11	11
	prosjeak	2	51	16745	21.-31.5.	21.-31.12.	18
Veljača	N	18	18	9	18	18	18
	prosjeak	41	141	18300	21.-31.5.	21.-31.12.	53
Ožujak	N	9	9	4	9	9	9
	prosjeak	255	283	18111	11.-20.5.	11.-20.12.	98
Travanj	N	3	3	1	3	3	3
	prosjeak	832	388	17500	21.-31.5.	21.-31.12.	124
Svibanj	N	7	7	3	7	7	7
	prosjeak	1374	454	18086	11.-20.5.	11.-20.12.	145
Ukupno	N	48	48	23	48	48	48

**Tablica 2. Korelacija istraženih parametara**

		Intenzivan razvoj embrija	Duljina embrija (mm)	Masa embrija (g)	Vrijeme okota	Neto masa ženke (g)
Intenzivan razvoj embrija	Pearson Correlation	1	-,498(**)	-,258	1,000(**)	-,264
	Sig. (2-tailed)		,000	,077	,000	,070
	N	48	48	48	48	23
Duljina embrija (mm)	Pearson Correlation	-,498(**)	1	,907(**)	-,498(**)	,219
	Sig. (2-tailed)	,000		,000	,000	,134
	N	48	48	48	48	23
Masa embrija (g)	Pearson Correlation	-,258	,907(**)	1	-,258	,089
	Sig. (2-tailed)	,077	,000		,077	,549
	N	48	48	48	48	23
Vrijeme okota	Pearson Correlation	1,000(**)	-,498(**)	-,258	1	-,264
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,077		,070
	N	48	48	48	48	23
Neto masa ženke (g)	Pearson Correlation	-,264	,219	,089	-,264	1
	Sig. (2-tailed)	,070	,134	,549	,070	
	N	48	48	48	48	23

\*\* Korelacija je signifikantna (0.01 level (2-tailed))

San Jose i sur. (1995) navode najraniju sinkronizaciju okota u Španjolskoj, u travnju i vrhunac okota u Italiji, u svibnju. Za Francusku je utvrđen datum oko 15. svibnja (Gaillard i sur., 1993), Njemačku, oko 23. svibnja (Ellenberg, 1978), Dansku, oko 29. svibnja (Strandgaard, 1972), te Norvešku, oko 5. lipnja (Linnell i Andersen, 1998). Ovaj usporedni pregled pokazuje da se u Europi datumi okota, kao i datumi intenzivnog razvoja embrija kod srne, produljuju idući od juga ka sjeveru. Nadalje, tablica 1 prikazuje srednje vrijednosti tjelesne mase srna, mase i duljine zametaka po mjesecima odstrjela te dane razvoja embrija u vrijeme odstrjela srna.

Statističkom obradom podataka analizirani su međusobni odnosi vrijednosti istraživanih parametara. Signifikantna korelacija utvrđena je između početka intenzivnog razvoja embrija, mase embrija, duljine embrija i vremena okota (tablica 2). Ranijim početkom intenzivnog razvoja, embriji brže rastu, kako u duljinu tako i tjelesnom masom, što će dovesti do ranijeg okota, za razliku od onih embrija koji su svoj intenzivan razvoj započeli datumski kasnije. Vrijednosti parametara mase i duljine embrija signifikantno su povezani, jer jedan parametar direktno utječe na rast drugog. Značajna povezanost neto mase ženke s ostalim parametrima, a posebno u odnosu na mjerene vrijednosti embrija (tablica 2), nije utvrđena. Andersen i sur. (1998) navode da unatoč utvrđenim različitim srednjim vrijednostima tjelesne mase ženki u Francuskoj (23 kg) i Norveškoj (29 kg), nema značajne razlike u veličini okoćene lanadi, iako su upravo ti rezultati bili očekivani. Isti su autori utvrdili da ženke u Norveškoj kote veći broj lanadi po srni u odnosu na broj lanadi po srni u Francuskoj, te da su trojke kod srna u Norveškoj redovita pojava. Dakle, kod srne koja ima mogućnost okota većeg broja mladunčadi, ne povećava se okotna masa laneta s povećanjem tjelesne mase ženke, već se povećava broj lanadi u leglu.

### Zaključci

Obradom uzorka od 23 ženke, odstrijeljene iz populacije srna u šumi Haljevo, utvrđeno je 48 zametaka ili 2,08 zametka po odstrijeljenoj ženki. Muškog spola bilo je 25, a ženskog 23 zametka, što odgovara prirodnom omjeru spolova 1:1 u uravnoteženim populacijama slobodne prirode. U razdoblju od 21. do 31. svibnja okotilo se 70 % srna, dok se 30 % okotilo u razdoblju od 11. do 20. svibnja. Utvrđeno je da je kod 70 % srna u istraživanoj populaciji intenzivan rast i razvoj embrija započeo između 21. i 31. prosinca prethodne godine. Utvrđeni datum podudarni su s datumima zabilježenima u nekoliko država Europe. Obradom podataka utvrđena je signifikantna korelacija između početka intenzivnog razvoja embrija, mase embrija, duljine embrija i vremena pojave okota. Nema značajne povezanosti neto mase ženke s ostalim parametrima, a posebno u odnosu na izmjerene vrijednosti embrija. Tjelesna masa srne ne utječe na tjelesnu masu laneta pri okotu.

### Literatura

- Andersen R., Gaillard J.M., Liberg O., San Jose C. (1998). Variation in life-history parameters. In: The European Roe Deer: The Biology of Success (R Andersen, P. Duncan, J.D.C. Linell, eds). Scandinavian University Press, Oslo, str. 285-307.
- Danilkin A. (1996). Behavioural ecology of siberian and european roe deer. Chapman & Hall, London, str. 1-277.
- Ellenberg H. (1978). The population ecology of roe deer *Capreolus capreolus* (Cervidae) in Central Europe. *Spixiana* 2:5-211.
- Gaillard J.M., Badia J. (1991). Modelling and management – introduction. *Ungulates* 91:483-486.
- Gaillard J.M., Delorme D., Jullien J.M., Tatin D. (1993). Timing and synchrony of births in roe deer. *Journal of Mammalogy* 74:738-744.
- Hoffmann B., Barth D.B., Karg, H. (1978). Progesterone and estrogen levels in peripheral plasma of the pregnant and nonpregnant roe deer (*Capreolus capreolus*). *Biology of reproduction* 19:931-935.
- Linnell J.D.C., Wahlstrom K., Gaillard J.M. (1998). From birth to independence: Birth, growth, neonatal mortality, hiding behaviour and dispersal. In: The European Roe Deer: The Biology of Success (R Andersen, P. Duncan, J.D.C. Linell, eds). Scandinavian University Press, Oslo, str. 257-283.
- Linnell J.D.C., Andersen R. (1998). Timing and synchrony of birth in a hider species, the roe deer *Capreolus capreolus*. *Journal of Zoology* 244:497-504.
- Sempere A.J., Grimberg R., Silve C., Tau C., Garabedian M. (1989). Evidence of extrarenal production of 1,25-dihydroxyvitamin during physiological bone growth: in vivo and in vitro production by deer antler cells. *Endocrinology* 125(5):2312-2319.
- Sibly R.M., Hone J., Clutton-Brock T.H. (2003). Introduction to wildlife population growth rates. In: *Wildlife Population Growth Rates* (Sibly R.M., Hone J., Clutton-Brock T.H., eds.). Cambridge University Press, Cambridge, str. 1-10,
- Strandgaard, H. (1972). The roe deer (*Capreolus capreolus*) population at Kalo and the factors regulating its size. *Danish Review of Game Biology*, str. 1-204.



**Analyses of roe deer (*Capreolus capreolus*, L.) population: evaluation procedures for determination of female fertility**

Stubbe C. (1997). Rehwild. Parey Buchverlag, Berlin, str. 1- 568.

Valentinčić S. (1958). Beitrag zur Kenntnis der Reproduktionserscheinungen beim Rotwild. Zeitschrift für Jagdwissenschaft 4(3):105-130.

**Zahvala**

Autori izražavaju zahvalnost mr. sc. Đuri Nikolandiću, dipl. ing. šum. na ustupljenim podacima iz osobne arhive, kao i na znanstvenoj i stručnoj pomoći.

**sa2012\_o602**

# Fizikalno-kemijske i melisopalinološke odlike meda s područja Gacke

Janja FILIPI<sup>1</sup>, Joso BRAJKOVIĆ<sup>2</sup>, Marica Maja DRAŽIĆ<sup>3</sup>, Dragan BUBALO<sup>4</sup>, Nikola KEZIĆ<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Veleučilište „Marko Marulić“ u Kninu, Kralja Petra Krešimira IV 30, 22300 Knin, Hrvatska  
(e-mail: jfilipi@veleknin.hr)

<sup>2</sup>Hrvatska gospodarska komora, Kralja Zvonimira 16, 53 220 Otočac, Hrvatska

<sup>3</sup>Hrvatska poljoprivredna agencija, Ilica 101, 10000 Zagreb, Hrvatska

<sup>4</sup>Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska

## Sažetak

Područje regije Gacke i sjevernih padina Velebita je medonosno područje gorskih livada. Cilj istraživanja je utvrditi fizikalno-kemijske odlike meda s područja Gacke. U cilju prikupljanja uzoraka meda s područja Gacke doline organizirana su ocjenjivanja meda u 2008. i 2009. godini. Ukupno je za analize prikupljeno 45 uzoraka meda, od kojih je 18 iz 2008. te 27 iz 2009. godine. Srednja vrijednost udjela vode ispitivanih uzoraka meda iznosila je 16,32%. Vrijednosti za električnu provodnost kretale su se od 0,83 do 1,27 mS/cm, za reducirajuće šećere od 55,31 do 71,42% te za hidrokсимetilfurfural od 1,0 do 13,3 mg/kg.

Ključne riječi: med, područje Gacke, pH, HMF, električna provodnost, melisopalinološka analiza

## Physico-chemical and melissopalynological characteristics of honey in Gacka region

### Abstract

The Gacka region and northern slopes of Velebit Mountain are well known mountain meadow nectar sources. The aim of this research was to determine characteristics of honey from Gacka region based on melissopalynological and physico-chemical analyses. The samples were collected during honey competitions that were organized in 2008 and 2009 year. In total 45 honey samples were collected for analyses, of which 18 were from 2008 and 27 from 2009 year. The mean value of all analysed samples was 16,32% for water content. Electrical conductivity values were ranged between 0,83 and 1,27 mS/cm, reducing sugars from 55,31 to 71,42% and hydroxymethylfurfural from 1,0 to 13,3 mg/kg.

Key words: honey, Gacka region, pH, HMF, electrical conductivity, melissopalynological analyses

### Uvod

Klima i nadmorska visina gorskog područja Hrvatske uvjetovali su razvoj specifičnih medonosnih biljnih svojti, pa su mogućnosti razvoja pčelarstva zbog dovoljnih površina pčelinjih paša velike. Područje regije Gacke i sjevernih padina Velebita je tipično medonosno područje gorskih livada. Prepoznatljive vrste meda s ovog područja su med gorske livade, jelov medljikovac, te medljikovci s drugog crnogoričnog drveća. Za pčelinju pašu gackog područja je specifična stabilnost koja se ogleda kroz podjednaku iskoristivost tijekom cijele sezone. S obzirom da med s ovog područja do sada nije temeljitije istraživao, cilj je ovog rada bio utvrditi njegovo botaničko podrijetlo i fizikalno-kemijske odlike.

## Materijal i metode

U sklopu ocjenjivanja meda na području Gacke prikupljeni su uzorci meda kroz dvije godine, 2008. i 2009. Ukupno je prikupljeno 45 uzoraka, od kojih je 18 bilo iz 2008., a 27 iz 2009. godine. Kvalitativnom melisopalinološkom analizom, prema metodologiji International Honey Commission (von der Ohe i sur., 2004.) utvrđen je postotak zastupljenosti peludi biljnih svojiti s kojih su pčele prikupljale nektar. Obradom analiziranih peludi utvrđen je stupanj zastupljenosti na osnovu kojeg je definirano botaničko podrijetlo meda.

Analize fizikalno-kemijskih parametara izvršene su prema International Honey Commission (IHC) protokolima/standardima (Bogdanov i sur. 1997.). Mjereni su slijedeći parametri: udio vode, električna provodnost, udio saharoze i reducirajućih šećera, udio hidrokسيمetilfurfurala (HMF), ukupna kiselost i pH.

## Rezultati i rasprava

Melisopalinološkom analizom uzoraka meda iz 2008. godine utvrđeno je botaničko porijeklo i peludni spektar biljaka s kojih su pčele sakupljale nektar. U svim analiziranim uzorcima nađen je pelud zečine (*Centaurea* spp.), javora (*Acer* spp.), lipe (*Tilia* spp.), crvene djeteline (*Trifolium pratense*), biljaka iz porodice glavočika tipa maslačka (*Astreceae*, *Taraxacum* tip), bijele djeteline (*Trifolium repens*), različitih biljaka iz roda *Prunus* (divlja šljiva, divlja trešnja, rašeljka, crni trn), smiljkite (*Lotus corniculatus*), biljaka iz porodice lukova (*Liliaceae*), osjaka (*Cirsium* spp.), biljaka iz porodice štitarki (*Apiaceae*) i biljaka iz porodice krstašica (*Brassicaceae*). U 30 do 50 % uzoraka ustanovljen je pelud timijana (*Thymus* spp.), zvjezdoglavke (*Scabiosa* spp.), livadne kadulje (*Salvia pratensis*), obične kaline (*Ligustrum vulgare*) i kotrljana (*Eryngium* spp.). Ostale su biljne vrste bile sporadično zastupljene.

U 2009. godini ukupno je analizirano 27 uzoraka meda. Melisopalinološkom je analizom utvrđeno 8 uzorka cvjetnog, 6 livadnog meda, te 13 uzoraka medljikovca (meduna). Iz peludnog je spektra vidljivo da je u svim uzorcima cvjetnog meda nađen pelud javora (*Acer* spp.). Osim navedenih biljnih vrsta, od nektarnih vrsta koje su učestalije bile utvrđene, nađen je pelud od krkavine (*Rhamnus* spp.), različitih biljaka iz roda *Prunus* (divlja šljiva, divlja trešnja, rašeljka, crni trn), zečine (*Centaurea* spp.), lipe (*Tilia* spp.), obične kaline (*Ligustrum vulgare*), biljaka iz porodice krstašica (*Brassicaceae*), maslačka (*Taraxacum officinale*), zvjezdoglavke (*Scabiosa* spp.) i livadne kadulje (*Salvia pretensis*). U 30 do 50% uzoraka ustanovljen je pelud biljaka iz porodice štitarki (*Apiaceae*), biljaka iz porodice lukova (*Liliaceae*), smiljkite (*Lotus corniculatus*), rumenike (*Lychnis flos-cuculi*), crvene djeteline (*Trifolium pratense*) i bijele djeteline (*Trifolium repens*). Ostale su biljne vrste bile sporadično zastupljene.

Udio vode u istraživanim uzorcima meda kretao se od 14,60 do 18,20% sa srednjom vrijednošću od 16,32%, što je posljedica pravilno primijenjene tehnologije pčelarenja. Najveći dopušteni udio vode u medu je 20%, a ovisi o klimatskim uvjetima u vrijeme medenja te o vremenu vrcanja meda. Pridal i Vorlova (2002.) su podatke o udjelu vode zajedno s melisopalinološkom analizom, električnom provodnosti, aktivnosti vode te specifičnom rotacijom potvrdili kao dovoljne za korektno utvrđivanje botaničkog podrijetla meda.

Na osnovi električne provodnosti utvrdili smo zastupljenost medljikovca bilo kao prevladavajućeg ili u kombinaciji s nektarnim medovima. Prema ovom parametru utvrđeno je 6 uzoraka medljikovca u 2008. godini i 13 uzoraka u 2009. godini. Vrijednosti električne provodnosti su se u 2008. godini kretale od 0,83 do 1,02, a srednja je vrijednost iznosila 0,92 mS/cm, dok je u 2009. godini utvrđena vrijednost bila viša i kretala se od 0,89 do 1,27 sa srednjom vrijednošću od 1,11 mS/cm. Vrijednosti električne provodnosti za cvjetne medove i u 2008. i 2009. godini bile su iznad 0,8 mS/cm. Navedena maksimalna vrijednost posljedica je toga što je i u 2008. i 2009. godini po jedan uzorak s višom električnom provodnošću od 0,8 mS/cm razvrstan u cvjetni med. Naime, kod navedenih medova viša vrijednost električne provodnosti uzrokovana je udjelom nektara od lipe, koji također može povećati električnu provodnost (tablica 1). Slične rezultate za multiflorne uzorke meda utvrdili su Primorac i sur (2008.).

Uspoređujući srednje vrijednosti pH uzoraka meda, vidljivo je da su više vrijednosti utvrđene za cvjetne u odnosu na livadne medove. Promatrajući po godinama, vidljivo je da su uzorci cvjetnog meda iz 2009. godine imali višu pH vrijednost (4,97) u odnosu na uzorke iz 2008. godine, kod kojih je utvrđena vrijednost iznosila 4,68 (tablica 2). Conti i sur., (2007.) analizirali su pH, sastav šećera, udio vode bagremovog meda, medljikovca i multiflornog meda, u kojem su sva tri parametra bez velikih odstupanja od vrijednosti dobivenih za livadni, cvjetni med u 2008. i 2009. godini.

Tablica 1. Statističke vrijednosti električne provodnosti (mS/cm) uzoraka cvjetnog i livadnog meda te medljikovca iz 2008. i 2009. godine.

vrsta meda	god.	n	$\bar{x}$	min	max
cvjetni	2008	12	0,57	0,34	0,84
cvjetni	2009	8	0,74	0,55	0,85
livadni	2009	6	0,56	0,27	0,75
medljikovac	2008	6	0,92	0,83	1,02
medljikovac	2009	13	1,11	0,89	1,27
ukupno		45	0,80	0,27	1,27

Tablica 2. pH vrijednosti uzoraka cvjetnog i livadnog meda iz 2008. i 2009. godine.

vrsta meda	god	n	$\bar{x}$	min	max	sd
cvjetni	2008	12	4,68	4,10	5,70	0,51
cvjetni	2009	8	4,97	4,55	5,65	0,33
livadni	2009	6	4,44	3,95	4,80	0,31
ukupno		26	4,72	3,95	5,70	0,45

Tablica 3. Statističke vrijednosti ukupne kiselosti (mmol/kg) uzoraka cvjetnog i livadnog meda iz 2008. i 2009. godine.

vrsta meda	god	n	$\bar{x}$	min	max	sd
cvjetni	2008	12	22,89	14,70	28,00	4,37
cvjetni	2009	8	16,88	11,50	21,70	3,89
livadni	2009	6	21,63	15,20	27,00	3,95
ukupno		26	20,75	11,50	28,00	4,79

Tablica 4. Statističke vrijednosti udjela reducirajućih šećera (%) uzoraka cvjetnog i livadnog meda iz 2008. i 2009. godine.

vrsta meda	god	n	$\bar{x}$	min	max	sd
cvjetni	2008	12	65,90	55,31	68,49	3,55
cvjetni	2009	8	65,50	61,72	68,69	2,12
livadni	2009	6	68,16	65,78	71,42	2,03
ukupno		26	66,30	55,31	71,42	2,96

Na osnovu dvogodišnjeg praćenja udio se reducirajućih šećera u istraživanim uzorcima cvjetnog i livadnog meda kretao od 55,31% u 2008. godini pa do 71,42% u 2009. godini (tablica 4). Uspoređujući srednje vrijednosti ispitivanog parametra vidljivo je da su one podjednake i da se nalaze iznad propisanog praga. U istraživanju Šarić i sur. (2008.) prikazane su podjednake vrijednosti udjela reducirajućih šećera (61,0 – 77,0%) i udjela saharoze (0,0 – 10,7%) u cvjetnom medu.

Najviša vrijednost ukupne kiselosti od 28,00 mmol/kg bila je utvrđena u jednom uzorku iz 2008. godine. Najniža srednja vrijednost (16,88 mmol/kg) utvrđena je u uzorku cvjetnog meda iz 2009. godine, dok su podjednake srednje vrijednosti bile kod uzoraka cvjetnog meda iz 2008. (22,89 mmol/kg) i livadnog meda (21,63 mmol/kg) iz 2009. godine (tablica 3). Slične rezultate za multiflorne vrste meda prikazali su Primorac i sur. (2008.).

Iz tablice 5. je vidljivo da se udio saharoze u ispitivanim uzorcima cvjetnog i livadnog meda kretao od 0,43 do 7,59 %. Viša vrijednost od 7,59 % posljedica je udjela medljike u jednom uzorku iz 2009. godine, dok su maksimalna vrijednost za uzorke cvjetnog meda iz 2008. i uzorke livadnog meda iz 2009. godine granične. Međutim, promatrajući srednje vrijednosti navedenog parametra po godinama, one su daleko ispod vrijednosti propisanih Pravilnikom o medu (NN 93/09). Slične rezultate za vrijednosti udjela reducirajućih šećera ( $69,5 \pm 4,2\%$ ) i udjela saharoze ( $2,2 \pm 0,5\%$ ) prikazali su Primorac i sur. (2011.) u svojem istraživanju sastava šećera pojedinih unifloralnih uzoraka meda.

Tijekom dvogodišnjeg praćenja sadržaja hidroksimetilfurfurala utvrđeno je da su vrijednosti daleko ispod one propisane Pravilnikom, koji dozvoljava do 40 mg/kg HMF-a. Maksimalne vrijednosti kretale su se od 3,00 mg/kg za livadni med u 2009. do 13,30 mg/kg za cvjetni med u 2008. godini (tablica 6).

Tablica 5. Statističke vrijednosti udjela saharoze (%) uzoraka cvjetnog i livadnog meda iz 2008. i 2009. godine.

vrsta meda	god	n	$\bar{x}$	min	max	sd
cvjetni	2008	12	2,20	0,43	5,23	1,64
cvjetni	2009	8	2,46	0,43	7,59	2,33
livadni	2009	6	3,65	2,51	5,39	1,05
ukupno		26	2,62	0,43	7,59	1,81

Tablica 6. Statističke vrijednosti hidrosimetilfurfurala (mg/kg) uzoraka cvjetnog i livadnog meda iz 2008. i 2009. godine.

vrsta meda	god	n	$\bar{x}$	Min	max	sd
cvjetni	2008	12	6,33	1,20	13,30	3,71
cvjetni	2009	8	1,86	1,00	3,00	0,72
livadni	2009	6	3,05	2,00	4,90	1,18
ukupno		26	4,20	1,00	13,30	3,27

### Zaključci

Na temelju analiza uzoraka meda iz 2008. i 2009. godine s područja Gacke jasno je da dominiraju medljikovci i cvjetni med.

Proizvodnja određenog meda u najvećoj je mjeri pod utjecajem vremenskih prilika u doba medenja, snazi i potrebama pčelinje zajednice, te primijenjenoj tehnologiji.

Zbog nesustavnog istraživanja hrvatskog meda, nedovoljno je poznat peludni spektar i samim time, neiskorišten. Jedna od vrsta meda koja zaslužuje pozornost daljnjih istraživanja je med gorskih livada.

### Literatura

- Bogdanov, S., Martin, P., Lullman, C., (1997) Harmonised methods of the European honey commission. *Apidologie*, extra issue, 1-59
- Conti, M. E., Stripeikis, J., Campanella, L., Tudino, M. B. (2007) Characterization of Italian honeys (Marche Region) on the basis of their mineral content and some typical quality parameters. *Chem Cent J.* 2007; 1: 14
- Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja, Pravilnik o medu (NN 93/09)
- Pridal, A., Vorlova, L. (2002) Honey and its physical parameters. *Czech Journal of Animal Science*, 47 (10): 439-444
- Primorac Lj., D., Bubalo, D., Kenjeric, I., Flanjak, A., Perl Piricki, M., L. Mandic (2008) Pollen Spectrum and Physicochemical Characteristics of Croatian Mediterranean Multifloral Honeys. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau* (4), 170-175.
- Primorac Lj, I., Flanjak, D., Kenjeric, D., Bubalo, Z., Topolnjak (2011) Specific Rotation and Carbohydrate Profile of Croatian Unifloral Honeys. *Czech J. Food Sci.* Vol. 29, 2011, No. 5: 515-519
- Šarić, G., Matković, D., Hruškar, M., Vahčić, N. (2008) Characterisation and Classification of Croatian Honey by Physicochemical Parameters. *Food Technology & Biotechnology*, 46 (4): 355-367
- Von Der Ohe, W., Persano Odo, L., Piana, M. L., Morlot, M., Martin, P. (2004) Harmonized methods of melissopalynology. *Apidologie*, 35: 18-25

sa2012\_0603

# Praćenje i usporedba različitih metoda izračunavanja indeksa kondicije kod kućice *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758) s ušća rijeke Neretve

Ana GAVRILOVIĆ<sup>1</sup>, Jurica JUG-DUJAKOVIĆ<sup>2</sup>, Alexis CONIDES<sup>3</sup>, Josip MIKUŠ<sup>1</sup>, Ana LJUBIČIĆ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište u Dubrovniku, Odjel za akvakulturu, Ćira Carića 4, 20000 Dubrovnik, Hrvatska (e-mail: ana.gavrilovic@unidu.hr)

<sup>2</sup>Tehnološki i poslovno - inovacijski centar za marikulturu MARIBIC, Bistrina bb, 20230 Ston, Hrvatska

<sup>3</sup>Hellenic Centre for Marine Research, Ag. Kosmas, Hellinikon 16 777, Athens, Greece

## Sažetak

Prirodno i potencijalno ekonomski značajno naselje kućice *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758) na istočnoj obali Jadrana nalazi se na ušću rijeke Neretve. U ovom radu je tijekom godinu dana praćen indeks kondicije ovog školjkaša kao jedan od osnovnih pokazatelja fiziološkog stanja i tržišne kvalitete. S obzirom da različiti autori primjenjuju različite načine izračunavanja, što često otežava usporedbu njegove vrijednosti, u ovom je radu indeks kondicije prikazan na pet, u literaturi najčešće korištenih, načina. Statističkom usporedbom dobivenih vrijednosti utvrđena je korelacija između pojedinih metoda izračunavanja odnosno prikazivanja indeksa kondicije.

Ključne riječi: kućica, *Chamelea galina*, indeks kondicije

## The study of the condition index of baby clam *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758) from the Neretva River estuary and comparison of different methods of its calculation

### Abstract

Natural and potentially economically interesting habitat of baby clam, *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758) is located on the eastern Adriatic coast, in the estuary of Neretva river. The condition index, as one of the most important indicators of the physiological status and market value of this shellfish was examined in this study during one year period. Different authors use different methods of calculating and presenting of this factor, what often presents difficulties in comparison of their results. In this paper the condition index it was calculated using five different methods commonly used in the scientific literature. Using statistical comparison the correlation between different values and methods of calculation was determined.

Key words: baby clam, *Chamelea gallina*, condition index

## Uvod

Indeks kondicije školjkaša predstavlja postotak količine mesa unutar ljuštura (Mann, 1978). Praćenjem ovog parametra moguće je utvrditi dinamiku promjene količine mesa školjkaša koja se ciklički mijenja tijekom godine ovisno o brojnim biotskim i abiotskim čimbenicima kao što su: razdoblje spolne aktivnosti, zdravstveno stanje školjkaša, dostupnost hrane, temperatura, slanost, pH, koncentracija otopljenog kisika i onečišćenje okoliša (Mann 1978; Hrs-Brenko, 1990; Austin i sur., 1993; Almeida i sur., 1999; Peharda i sur., 2003; Park i sur., 2006; Gavrilović i sur., 2008; Gavrilović i sur. 2010). U prirodnim uvjetima indeks kondicije školjkaša je odraz međusobne interakcije svih navedenih čimbenika, ali su najniže vrijednosti kod zdravih jedinki utvrđene na svim geografskim područjima u razdoblju neposredno nakon mrijesta (Mann i Ryther, 1977; Mann 1978; Marguš i Teskeredžić, 1984; Hrs-Brenko, 1990; Gosling, 2003; Gavrilović i Petrincec, 2003; Gavrilović i sur., 2010). Uz navedeno, ovaj je parametar ujedno i pokazatelj tržišne kvalitete školjkaša, te nam njegova vrijednost može ukazati na rentabilnost određenog područja za uzgoj (Marušić i sur., 2009.).

Postoji više metoda izračunavanja indeksa kondicije koje se, s obzirom na varijable koje se koriste za izračunavanje, mogu podijeliti u tri osnovne skupine: volumetrijska, gravimetrijska i kombinirana (Marguš, 1985). U prošlom se stoljeću ovaj parametar najčešće izračunavao kao odnos između mase mokrog ili suhog mesa i volumena međuljuštornog prostora. U posljednje se vrijeme sve češće rabe jednostavnije i vremenski manje zahtjevne metode, pri čemu se kao varijable koriste slijedeći parametri: masa cijelog školjkaša, masa mokrog mesa, masa suhog mesa, masa mokre ljušture, masa suhe ljušture i dužina ljušture školjkaša. Usporedba različitih metoda izračunavanja uglavnom je rađena za školjkaše koji se komercijalno uzgajaju (Mann i Ryther, 1977; Mann, 1978; Phernambucq i Vroonland, 1983; Marguš, 1985; Almeida i sur., 1999; Park i sur., 2006).

S obzirom na prirodno gusto naselje i potencijalni ekonomski značaj kućice *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758) na ušću rijeke Neretve (Dupčić i Bratoš, 2004), u ovom radu je tijekom godinu dana praćen njezin indeks kondicije na ovom prostoru. Primjenjeno je pet različitih metoda izračunavanja ovog parametra, koje su potom međusobno statistički uspoređene.

## Materijal i metode

Uzorkovanje kućice *C. galina* obavljano je svaka tri mjeseca (ožujak, lipanj, rujana i prosinac) tijekom 2006. na području ušća rijeke Neretve s dubine od jedan metar. Za mjerenje indeksa kondicije, neposredno nakon svakog uzorkovanja izabrano je po 30 jedinki približno iste veličine. Jedinke su nakon odstranjivanja eventualnih nečistoća s ljušture posušene staničevinom, izmjerene i izvagane, a potom otvorene. Mokro meso i ljušture vagani su nakon cijedenja na staničevini, a potom za mjerenje suhe mase sušeni na temperaturi od 105 °C 24 sata.

Indeks kondicije (CI) izračunavan je na pet načina:

$$CI_1 = \text{masa suhog mesa (g)} / \text{masa suhe ljušture (g)} \times 1000 \text{ (Mann i Ryther, 1977; Mann, 1978)}$$

$$CI_2 = \text{masa mokrog mesa (g)} / \text{masa cijelog školjkaša (g)} \times 100 \text{ (Almeida i sur., 1999)}$$

$$CI_3 = \text{masa suhog mesa (g)} / \text{masa cijelog školjkaša (g)} \times 100 \text{ (Marguš, 1985)}$$

$$CI_4 = \text{masa suhog mesa (g)} / \text{masa cijelog školjkaša (g)} - \text{masa mokre ljušture (g)} \times 1000 \text{ (Phernambucq i Vroonland, 1983)}$$

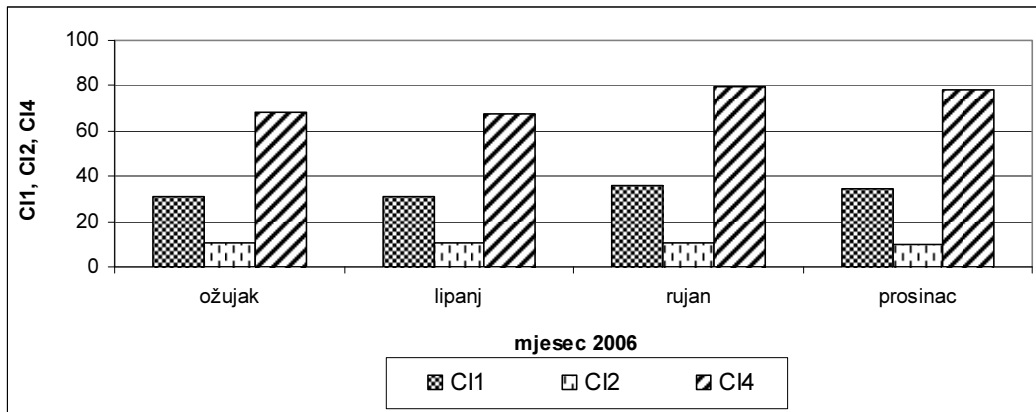
$$CI_5 = \text{masa suhog mesa (g)} / \text{dužina ljušture (mm)}^3 \times 10000 \text{ (Park i sur., 2006)}.$$

Nakon izračunavanja, različiti indeksi kondicije su međusobno statistički uspoređeni metodom linearne regresije (Zarr, 1999).

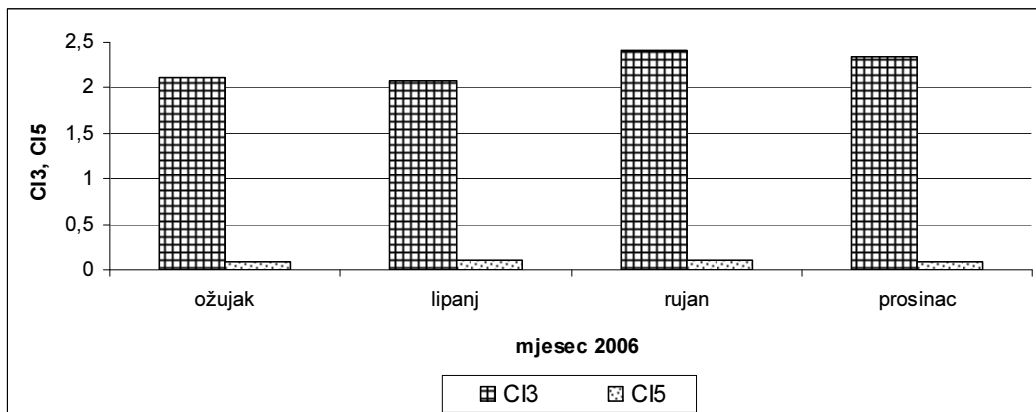
## Rezultati i rasprava

Na slikama 1 i 2 prikazane su promjene srednjih mjesečnih vrijednosti indeksa kondicije izračunavanih na pet različitih načina. Slična distribucija srednjih mjesečnih vrijednosti utvrđena je za  $CI_1$ ,  $CI_3$  i  $CI_4$ , dok se distribucija srednjih mjesečnih vrijednosti  $CI_2$  potpuno razlikovala od prethodno navedenih. Najveće srednje mjesečne vrijednosti  $CI_1$  (35,7),  $CI_3$  (2,4),  $CI_4$  (79,8) i  $CI_5$  (0,1) izmjerene su u rujnu, a  $CI_2$  (10,7) u ožujku. Najmanje vrijednosti  $CI_1$  (31,0),  $CI_3$  (2,0) i  $CI_4$  (67,7) izmjerene su u lipnju, a  $CI_5$  (0,08) i  $CI_2$  (9,8) u prosincu.

Marguš (1985) je uspoređivao tri različite metode izračunavanja indeksa kondicije kod dagnji *Mytilus galloprovincialis*: po Baird-u (volumen mesa / volumen međulužurnog prostora x 100), po Hopkins-u (suha masa mesa / volumen međulužurnog prostora x 100) i vlastitu (CI<sub>3</sub> u našem istraživanju). Autor smatra da se pri izračunavanju indeksa kondicije dagnji metodom po Hopkins-u isključuje postotak vode u mesu dagnji i time uklanja nedostatak metode po Baird-u, a povećava točnost dobivenih rezultata. Uspoređujući krivulje vrijednosti indeksa kondicije izračunanih metodom po Hopkins-u i vlastitoj metodi uočio je identičan tok, te smatra da njegova metoda uz znatno vremensko skraćivanje obrade uzoraka zadržava točnost Hopkins-ove metode. Slično prethodnome autoru, Phernambucq i Vroonland (1983) su usporedbom četiri različite metode izračunavanja indeksa kondicije kod kamenice vrste *Ostrea edulis*, pri čemu su sve metode predstavljale odnos suhe mase mesa sa različitim varijablama, dobili dobru korelaciju između svih izračunatih vrijednosti. Imajući u vidu navedeno, mogli bismo zaključiti da su i za kućicu *C. gallina* preciznije one metode izračunavanja indeksa mesa u kojima se umjesto mase mokrog mesa rabi masa suhog mesa. Za razliku od do sada navedenoga, Almeida i sur. (1999) smatraju da metoda izračunavanja CI<sub>2</sub> također omogućuje prostornu i vremensku usporedbu indeksa kondicije kućice *Ruditapes decussates*, te da može dati dovoljno podataka o zdravlju školjkaša. Istraživanje ovih autora baziralo se na kućicama infestiranim parazitom *Perkinsus atlanticus*, te je moguće da su vremenske promjene vrijednosti CI<sub>2</sub> bile jače izražene od vrijednosti u našem istraživanju. Iako se i kod kamenica CI<sub>2</sub> rabi kao pokazatelj tržišne vrijednosti kamenica (Fleury i sur., 2003), čini se da je kod zdravih kućica *C. gallina* ova metoda izračunavanja indeksa kondicije nedovoljno precizan pokazatelj.



Slika 1. Promjene srednjih mjesečnih vrijednosti CI<sub>1</sub>, CI<sub>2</sub> i CI<sub>4</sub> kućice *C. gallina* na ušću Neretve tijekom 2006.



Slika 2. Promjene srednjih mjesečnih vrijednosti CI<sub>3</sub> i CI<sub>5</sub> kućice *C. gallina* na ušću Neretve tijekom 2006.



Međusobni odnos između različitih indeksa kondicije prikazan je u tablici 1 u obliku jednadžbi dobivenih analizom linearne regresije. Visoki koeficijenti determinacije ukazuju da je na osnovu poznavanja samo jednog od istraživanih indeksa kondicije moguće s velikom preciznošću izračunati vrijednost ostalih.

Tablica 1. Koeficijent korelacije ( $r$ ) između indeksa kondicije izračunatih primjenom različitih metoda prikazan u obliku jednadžbi dobivenih analizom linearne regresije ( $y=a+bx$ , odnosno  $y=bx$  kada je  $a=0$ ).

jednadžba linearne regresije	$r^2$
$CI_1=1.498 \times C_2$	0.999
$CI_1=4.340 \times C_3$	0.996
$CI_1=0.815 \times C_4$	1
$CI_1=-1.489 \times C_5$	0.997
$CI_2=2.889 \times C_3$	0.991
$CI_2=0.545 \times C_4$	0.999
$CI_2=-0.993 \times C_5$	0.997
$CI_3=0.187 \times C_4$	0.996
$CI_3=-0.341 \times C_5$	0.990
$CI_3=-1.826 \times C_5$	0.997

$CI_1$ - indeks kondicije prema Mann i Ryther (1977) i Mann (1978);  $CI_2$ - indeks kondicije prema Almeida i sur. (1999);  $CI_3$  - indeks kondicije prema Marguš (1985);  $CI_4$  - indeks kondicije prema Phernambucq i Vroonland (1983);  $CI_5$ - indeks kondicije prema Park i sur. (2006).

### Zaključak

Rezultati ovog istraživanja pokazuju da su za kućicu *C. gallina* preciznije one metode izračunavanja indeksa kondicije u kojima se umjesto mase mokrog mesa rabi masa suhog mesa. Visoki koeficijenti determinacije dobiveni primjenom statističke analize linearne regresije ukazuju da je na osnovu poznavanja samo jednog od istraživanih indeksa kondicije moguće s velikom preciznošću izračunati vrijednost ostalih.

### Literatura

- Almeida M., Berthe F., Thebault A., Dinis M.T. (1999). Whole clam culture as a quantitative diagnostic procedure of *Perkinsus atlanticus* (Apicomplexa, Perkinsea) in clams *Ruditapes decussatus*. *Aquaculture* 177(1-4): 325-332.
- Austin H., Haven D.S., Moustafa M.S. (1993). The Relationship Between Trends in a Condition Index of the American Oyster, *Crassostrea virginica*, and Environmental Parameters in Three Virginia Estuaries. *Estuaries* 16 (2): 362-374.
- Dupčić I., Bratoš A. (2004). Uzgoj kućice *Chamelea gallina*. *Ribarstvo* 62(3): 103—108.
- Fleury P.G., Simonne C., Claude S., Palvadeau H., Guilpain F., D'Amico F., Le Gall P., Vercelli C., Pien S. (2003). Réseau Mollusques des Rendements Aquacoles (huitre creuse) (REMORA); Resultats des stations nationales, annee 2002. Rapport IFREMER DRV/RA- /RST/ 2003-04. pp 49.
- Gavrilović A., Jug-Dujaković J., Gjurčević E., Ljubičić A. (2008). Influence of the Condition Index and Polydora spp. Shell Infestation on the Quality of Oysters *Ostrea edulis* (Linnaeus, 1758) in the Mali Ston Bay. *Proceedings of the 43<sup>th</sup> Croatian & 3<sup>th</sup> International Symposium on Agriculture*. Pospišil, M. (ur.). University of Zagreb, Faculty of Agriculture. 742-746.
- Gavrilović A., Jug-Dujaković J., Ljubičić A., Conides A., Strunjak-Perović I., Topić Popović N., Čož-Rakovac R., Van Gorder S. (2010). Meat quality of European Flat Oyster *Ostrea edulis* in relation with variations of different environmental parameters in the Bay of Mali Ston. *Proceedings of the European Aquaculture Society Conference, Porto, October 5.-8. 2010*. 508-509.
- Gavrilović A., Petrincec Z. (2003). Proizvodnja i tehnologija uzgoja kamenica *O. edulis* u Malostonskom zaljevu – perspektive razvoja. *Veterinarska stanica* 34 (1): 5-11.
- Gosling, E. (2003). *Bivalve Molluscs: Biology, Ecology and Culture*. Fishing News Books, Blackwell Publishing, UK.
- Hrs-Brenko M. (1990). Komercijalni uzgoj jestivih školjkaša. *Priroda* 1 (754): 12-16.

- Mann, R. (1978): A comparison of morphometric, biochemical and physiological index of condition in marine bivalve molluscs. *In: Energy and environmental stress in aquatic systems*. Woods Hole Oceanographic Institution, Massachusetts. 484-497.
- Mann R., Ryther J.R. (1977). Growth of Six Species of Bivalve Molluscs in a Waste Recycling Aquaculture System. *Aquaculture* 11: 231-245.
- Marguš, D., 1985. Komparativne metode izračunavanja indeksa kondicije dagnji (*Mytilus galloprovincialis* Lmk.). *Ichthyologia* 17(1): 59-67.
- Marguš, D., Teskeredžić, E. 1984. Indeks kondicije dagnji (*Mytilus galloprovincialis*) u estuariju rijeke Krke. *Morsko ribarstvo* 1: 17-20.
- Marušić N., Vidaček S., Medić H., Petrak T. (2009). Indeks kondicije dagnji (*Mytilus galloprovincialis*) u uvali Budavai u zaljevu Raša. *Ribarstvo* 67(3): 91-99.
- Park K.I., Figueras A., Choi K.S. (2006). Application of enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) for the study of reproduction in the Manila clam *Ruditapes philippinarum* (Mollusca: Bivalvia): II. Impacts of *Perkinsus olseni* on clam reproduction. *Aquaculture* 251: 182– 191.
- Peharda M., Bolotin J., Vrgoč N., Jasprica N. 2003. A study of the Noah's Ark shell (*Arca noae*, Linnaeus 1758) in Mali Ston bay, Adriatic Sea. *Journal of Shellfish Research* 22(3): 705-709.
- Phernambucq A.J.W., Vroonland C.D. (1983). A comparison of four indexes of condition of the European flat oyster *Ostrea edulis* L. C.M.1983/F:3. International Council for the exploration of the sea, Shellfish Committee.
- Zarr, J. (1999): *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, New Jersey.

sa2012\_0604

# Učinkovitost različitih protubakterijskih lijekova kod vibrioze lubina prouzročene bakterijom *Vibrio alginolyticus*

Ana GAVRILOVIĆ<sup>1</sup>, Jurica JUG-DUJAKOVIĆ<sup>2</sup>, Kruno BONAČIĆ<sup>1</sup>, Irena VARDIĆ SMRZLIĆ<sup>3</sup>, Damir KAPETANOVIĆ<sup>3</sup>, Damir VALIĆ<sup>3</sup>, Emin TESKEREDŽIĆ<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Sveučilište u Dubrovniku, Odjel za akvakulturu, Ćira Carića 4, 20000 Dubrovnik, Hrvatska, (e-mail: ana.gavrilovic@unidu.hr)

<sup>2</sup> Tehnološki i poslovno - inovacijski centar za marikulturu MARIBIC, Bistrina bb, 20230 Ston, Hrvatska

<sup>3</sup> Institut "Ruđer Bošković", Bijenička cesta 54, 10000 Zagreb, Hrvatska

## Sažetak

Mlađ lubina u hrvatskim mrijestilištima kao i neposredno po nasađivanju u kaveze, nakon stresa uzrokovanog manipulacijom i transportom, često obolijeva od vibrioze. Dijagnoza se uobičajeno postavlja na osnovu kliničkih znakova bolesti, a liječenje se provodi empirijski. S obzirom na velike ekonomske štete koje ovo oboljenje uzrokuje u hrvatskim mrijestilištima i uzgajalištima cilj istraživanja bio je izolirati i identificirati uzročnika akutne vibrioze mlađi lubina, izradom antibiograma odrediti najučinkovitiju terapiju, te je usporediti s učinkovitošću uobičajene terapije (formalinske kupke + Trimetosul / Veterina d.o.o., Hrvatska) koja se primjenjuje u našim mrijestilištima i uzgajalištima.

Ključne riječi: mlađ lubina, *Dicentrarchus labrax*, vibrioza, *Vibrio alginolyticus*, protubakterijska terapija

## Effectiveness of different antibacterial drugs on sea bass vibriosis caused by *Vibrio alginolyticus*

### Abstract

The outbreaks of a vibriosis are occurring in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) hatcheries and on the fish farms along the coast of Croatia as a result of stress caused by transport and manipulation of juvenile fish. Usually, the diagnosis is established based on clinical signs, and the therapy is performed empirically. Because of the significant damage that this disease causes in Croatian hatcheries and fish farms, the aim of this study was to isolate and identify the pathogen to be tested for sensitivity to antibiotics. The most efficient therapy determined with the sensitivity test was compared with the therapy usually applied in Croatian hatcheries.

Key words: sea bass juveniles, *Dicentrarchus labrax*, vibriosis, *Vibrio alginolyticus*, antimicrobial therapy

### Uvod

Lubin *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758) i komarča *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758) čine glavninu hrvatske proizvodnje bijele morske ribe. Prema statističkim podacima Ministarstva poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja od ukupne proizvodnje lubina i komarče (4000 tona), 65% otpada na proizvodnju lubina (Jug-Dujaković, 2008). Četiri registrirana domaća mrijestilišta pokrivaju oko 70% hrvatskih potreba za mlađi lubina te oko 40% potreba za mlađi komarče (Jug-Dujaković, 2008). Velike ekonomske štete u našim

mrijestilištima, posljedica su poremećaja u razvoju lubina uzrokovanih neadekvatnom ishranom (Gavrilović i sur., 2009) te vibrioze ličinaka i ranih postličinačkih stadija. Bolest, koja se očituje visokom smrtnošću, javlja se kontinuirano u većini hrvatskih mrijestilišta i uzgajališta nakon izlaganja jedinki brojnim stresorima (selekcija, premiještanje, transport ribe). U mrijestilištima prevladava mišljenje da se radi o sekundarnoj bakterijskoj infekciji nakon primarne nametničke invazije na škrigama. Liječenje se uobičajeno provodi kombinacijom formalinskih kupki koncentracije 100 ppm i peroralnom primjenom komercijalnog preparata Timetosul (Veterina d.o.o.; 1 mL suspenzije sadržava: 80 mg trimetoprima i 400 mg sulfadiazina) u dozi od 0,125 mL/kg ribe.

Cilj istraživanje bio je izolirati i identificirati uzročnika akutne vibrioze mlađi lubina, odrediti njegovu osjetljivost na antimikrobne lijekove, te usporediti učinkovitost uobičajene terapije koja se primjenjuje u našim mrijestilištima s kemoterapeutikom izabranim na osnovu antibiograma.

### Materijal i metode

Mlađ lubina prosječne tjelesne mase 1,5 g je nakon selekcije u mrijestilištu transportirana na uzgajalište MARIBIC-a i naseljena u uzgojne bazene krajem svibnja 2009. godine. Dan nakon nasađivanja u uzgojne bazene primijećeni su klinički znakovi bolesti akutne vibrioze.

Neposredno nakon pojave kliničkih znakova bolesti iz uzgojnih bazena izdvojene su jedinke za terapijsku pretragu. Iz skupnog uzorka koji je sadržavao 30 oboljelih jedinki pripremljen je homogenat tkiva. Uporabom Phosphate Buffered Saline – PBS (Merck) načinjena su serijska decimalna razrjeđenja do omjera 1 : 1000. Po jedan mL serijski razrjeđenog homogenata inokuliran je metodom širenja razmaza na Tiosulfate Citrate Bile Salts Sucrose agaru – TCBS (BD) u duplikatu te inkubiran tijekom 24 sata na 35°C ± 0,5°C. Identifikacija izoliranih bakterija je provedena prema Whitman (2004).

Za identifikaciju izolata upotrijebljena je metoda lančane reakcije polimerazom (PCR), kojom su umnoženi dijelovi gena 16S rDNA i podjedinice B DNA giraze (gyrB) (Avaniss-Aghajani i sur., 1996; Izumi i sur., 2007). Određeni su sljedovi nukleotida i uspoređeni s postojećim sljedovima u banci podataka GenBank upotrebom programa Blast (Altschul i sur., 1997), te međusobno sravnjeni u programu ClustalX (Thompson i sur., 1997).

Određivanje osjetljivosti izoliranih bakterija provedeno je disk difuzijskim postupkom prema Naglič i sur. (1992), uz uporabu Mueller-Hinton II agara (BBL) i diskova proizvođača BD-BBL: ampicilin (AM<sub>10</sub>), kloramfenikol (C<sub>30</sub>), eritromicin (E<sub>15</sub>), nitrofurantion (F/M<sub>300</sub>), norfloksacin (NOR<sub>10</sub>), novobiocin (NB<sub>5</sub>), oksitetraciklin (T<sub>30</sub>), penicilin (P<sub>10</sub>), piperacilin (PIP<sub>100</sub>), sulfametoksazol+trimetoprim (SXTtraži koncentraciju), flumekvin (AR<sub>30</sub>), tetraciklin (TE<sub>30</sub>) i trimetoprim (TMP<sub>5</sub>).

Temeljem rezultata antibiograma (Tablica 1) i poznatih iskustava *in vivo* primjene antibiotika (Korun, 2007) u liječenju bolesti uzrokovane ovom vrstom bakterije, odabrali smo flumekvin. Kako bi usporedili učinkovitost uobičajenog liječenja (formalin+Timetosul) s učinkovitošću flumekvina, dva uzgojna bazena liječena su uobičajenom terapijom, a četiri flumekvinom (3g aktivne tvari/100 kg ribe). Dužina liječenja (10 dana) i doza odabrani su na osnovu podataka primjeni flumekvina u ribljoj hrani (Fijan, 2009). Uspješnost liječenja, praćena je svakodnevnim brojanjem uginulih riba.

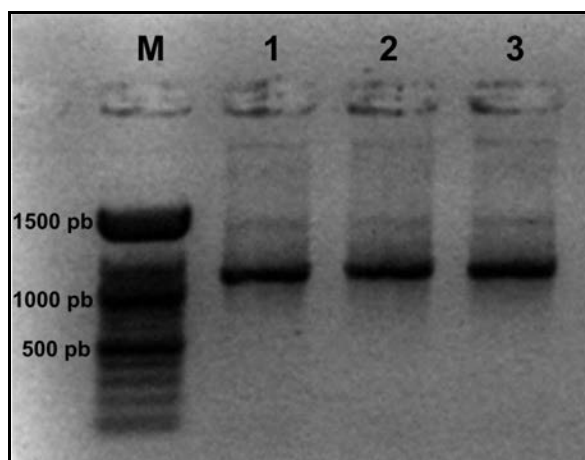
Za testiranje razlika između aritmetičkih sredina i varijance skupina unutar istog tretmana korišteni su Student t-test i ANOVA, dok je usporedba aritmetičkih sredina između različitih tretmana obavljena Student t-testom. Statistička obrada podataka obavljena je u programu SPSS.

### Rezultati i rasprava

Bakteriološkom pretragom homogenata tkiva mlađi lubina izolirane su žute kolonije *Vibrio* sp. Rezultati PCR analize provedene određivanjem nukleotidnih sljedova umnoženih odsječaka gena 16S rDNA dužine 500 pb potvrdili su da izolirane bakterije pripadaju rodu *Vibrio*. Analizom nukleotidnih sljedova umnoženih odsječaka gena gyrB dužine 1200 pb ove su bakterije identificirane kao sojevi vrste *V. alginolyticus* (slika 1).

Bakteriju *V. alginolyticus* brojni autori u posljednjih desetak godina opisuju kao uzročnika vibrioze na uzgajalištima morske ribe diljem svijeta (Balebona i sur., 1998; Zorilla i sur., 2002; Zhao i sur., 2010; Korun, 2007). Primjerice, Korun (2007) je ovu bakteriju izolirao iz oboljele mlađi lubina u jednom turskom mrijestilištu. U Hrvatskoj su Jakšić i sur. (2002) utvrdili njegovu prisutnost u konzumnoj ribi sa ribarnica duž Jadrana, dok u uzgoju ovaj uzročnik do sada nije dokazan. Prema Zhao i sur. (2010), ova je vrsta široko

rasprostranjena u morskome okolišu, ali s obzirom da je uvjetno patogena do infekcije kod riba dolazi samo kada je imunost sustava organizma oslabljena. To objašnjava pojavu ove vrste vibrioze nakon izlaganja jedinki stresu.



Slika 1. Elektroforeza u gelu agaroze umnoženih odsječaka gena *gyrB* (dužine oko 1200 pb)

Sukladno rezultatima antibiograma najveća osjetljivost izolata utvrđena je prema flumekvinu, kloramfenikolu i oksitetraciklinu (tablica 1). Ostali antibakterijski lijekovi pokazali su znatno manju učinkovitost. Slično našim rezultatima, Korun (2007) je također dokazao osjetljivost bakterije *V. alginolyticus* izolirane iz oboljelih lubina mase 0,5-1 g u Turskoj na flumekvin te njezinu neosjetljivost na ampicilin i trimetoprim. Istraživanje Khala-Nakbi i sur. (2006) također je pokazalo neosjetljivost svih ispitanih sojeva ove bakterije na ampicilin.

Tablica 1. Rezultati antibiograma (Stupanj osjetljivosti: S – osjetljiv, I – srednje osjetljiv, R – neosjetljiv).

Antimikrobna tvar	Oznaka	Stupanj osjetljivosti
Ampicilin	AM10	R
Kloramfenikol	C30	S
Eritromicin	E15	I
Flumekvin	AR30	S
Nitrofurantion	F/M300	I
Norfloxacin	NOR10	I
Novobiocin	NB5	I
Oksitetraciklin	T30	S
Penicilin	P10	R
Piperacilin	PIP100	R
Sulfametoksazol + trimetoprim	SXT	R
Tetraciklin	TE30	I
Trimetoprim	TMP5	R

Usporedba stope smrtnosti između bazena tretiranih istim kemoterapeutikom provedena ANOVA i Student t-testom za obje je terapijske skupine pokazala da ne postoje statistički značajne razlike unutar istog tretmana. Drugi dan nakon početka liječenja, smrtnost riba kod tretmana flumekvinom bila je dvostruko manja od smrtnosti skupine tretirane kombinacijom formalina i Trimetosula. Nakon toga je uslijedio pad smrtnosti. Tijekom čitavog trajanja pokusa postotak smrtnosti u skupini liječenoj kombinacijom formalina i Trimetosula bio je dva do tri puta veći u usporedbi sa skupinom tretiranom flumekvinom. Statistički značajno bolja učinkovitost flumekvina u usporedbi s kombinacijom formalina i Trimetosula vidljiva je iz rezultata Student t-testa ( $p < 0,05$ ,  $t = -1,988105$ ). Do prestanka uginuća i završetka liječenja u bazenima tretiranim kombinacijom formalina i trimetosula uginulo je 62,3% jedinki, dok je u bazenima liječenim flumekvinom uginulo 29,4% jedinki.

## Zaključak

Bakterija *Vibrio alginolyticus* je uvjetno patogeni mikroorganizam, sposoban uzrokovati infekciju ribe s visokom stopom smrtnosti ako je imunost sustava organizma oslabljen. Liječenje pravilno odabranim kemoterapeutikom doprinijelo bi značajnom smanjenju ekonomskih gubitaka u hrvatskim mrijestilištima i uzgajalištima, spriječilo stjecanje rezistencije bakterija na kemoterapeutike, a ujedno i doprinijelo boljoj kondiciji i kvaliteti mladi za daljnji uzgoj.

## Literatura

- Altschul S.F., Madden T.L., Schaffer A.A., Zhang J., Zhang Z., Miller W., Lipman D.J. (1997). Gapped Blast and PSI-Blast: a new generation of protein database search programs. *Nucleic Acids Research* 25(17): 3389-3402.
- Avaniss-Aghajani E., Jones K., Holtzman A., Aronson T., Glover N., Boian M., Froman S., Brunk C.F. (1996). Molecular technique for rapid identification of mycobacteria. *Journal of Clinical Microbiology* 34(1): 98-102.
- Balebona M.C., Zorrilla I., Moriñigo M.A., Borrego J.J. (1998). Survey of bacterial pathologies affecting farmed gilt-head sea bream (*Sparus aurata*, L.) in Southwestern Spain from 1990 to 1996. *Aquaculture* 166: 19-35.
- Fijan N. (2006). Zaštita zdravlja riba. (Bogut I., ur.). Poljoprivredni fakultet u Osijeku. p. 328.
- Gavrilović A., Jug-Dujaković J., Kužir S., Gjurčević E., Stanin D., Kozarić Z. (2009). Utjecaj kvalitativno različitih hranidbenih režima na razvoj ličinki lubina (*Dicentrarchus labrax* L.). Zbornik radova 44. hrvatskog i 4. međunarodnog simpozija agronoma. Marić, Sonja; Zdenko, Lončarić (ur.). Poljoprivredni fakultet u Osijeku. 683-686.
- Izumi S., Ouchi S., Kuge T., Arai H., Mito T., Fujii H., Aranishi F., Shimizu A. (2007). PCR-RFLP genotypes associated with quinolone resistance in isolates of *Flavobacterium psychrophilum*. *Journal of Fish Disease* 30: 141-147.
- Jakšić S., Uhitil S., Petrak T., Bažulić D., Gumhalter Karolyi L. (2002). Occurrence of *Vibrio* spp. in sea fish, shrimps and bivalve molluscs harvested from Adriatic sea. *Food Control* 13: 491-493.
- Jug-Dujaković J. (2008). Marine aquaculture production. In: National fisheries strategy and COM project – PHARE 2005 – EUROPEAID/123609/D/SER/HR.
- Kahla-Nakbi A.B., Chaieb K., Besbes a., Zmantar T., Bakhrouf A. (2006). Virulence and enterobacterial repetitive intergenic consensus PCR of *Vibrio alginolyticus* strains isolated from Tunisian cultured gilthead sea bream and sea bass outbreaks. *Veterinary Microbiology* 117 (2-4): 321-327.
- Korun J. (2007). Biochemical Properties and Antibiotic Sensitivities of *V. alginolyticus* Isolated from European Sea Bass Larvae (*Dicentrarchus labrax*, L.) in Turkey. *Rapp. Comm. Int. Mer Medit. Akdeniz University, Faculty of Fisheries*. 38.
- Naglić T., Hajsig D., Madić J., Pinter Lj. (1992). Praktikum opće mikrobiologije i imunologije. Školska knjiga. Zagreb. 33-37.
- Thompson J.D., Gibson T.J., Plewniak F., Jeanmougin F., Higgins D.G. (1997). The CLUSTAL\_X windows interface: flexible strategies for multiple sequence alignment aided by quality analysis tools. *Nucleic Acids Research* 25: 4876-4882.
- Whitman A.K. (2004). *Finfish and shellfish bacteriology manual: Techniques and procedures*. A Blackwell Publishing company. Iowa State Press. 258.
- Zhao Z., Chen C., Hu C.Q., Ren, C.H., Zhao J.J., Zhang L.P., Jiang X., Luo P., Wang, Q.B. (2010). The type III secretion system of *Vibrio alginolyticus* induces rapid apoptosis, cell rounding and osmotic lysis of fish cells. *Microbiology* 156: 2864-2872.
- Zorrilla I., Chabrillón M., Arijó S., Díaz-Rosales P., Martínez-Manzanares E., Balebona M.C., Moriñigo M.A. (2003). Bacteria recovered from diseased cultured gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) in southwestern Spain. *Aquaculture* 218: 11-20.

sa2012\_o605

# Iskoristivost hrane u kaveznom uzgoju lubina *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758)

Jurica JUG-DUJAKOVIĆ<sup>1</sup>, Ana GAVRILOVIĆ<sup>2</sup>, Manuela OREPIĆ<sup>2</sup>, Alexis CONIDES<sup>3</sup>,  
Joško BOBANOVIĆ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tehnološki i poslovno - inovacijski centar za marikulturu MARIBIC, Bistrina bb, 20230 Ston, Hrvatska  
(e-mail: jurica.jug-dujakovic@maribic.com)

<sup>2</sup>Sveučilište u Dubrovniku, Odjel za akvakulturu, Ćira Carića 4, 20000 Dubrovnik, Hrvatska

<sup>3</sup>Hellenic Centre for Marine Research, Ag. Kosmas, Hellinikon 16 777, Athens, Greece

## Sažetak

Tijekom istraživanja praćeni su rast, hranidbene potrebe i iskoristivost hrane lubina od nasađivanja u plutajuće kaveze do postizanja konzumne veličine. Istraživanje se odvijalo na uzgajalištu MARIBIC-a u uvali Bistrina. Prvi kavez nasađen je u srpnju 2009.godine., a drugi u listopadu 2009.g. Osnovni ekološki čimbenici (salinitet, temperatura i % zasićenosti mora kisikom) mjereni su svakodnevno. Korelacija između dnevne stope rasta ( $g$ ) i dnevne stope hranjenja ( $f$ ) za oba kaveza izračunata je prema formuli:  $g = af^2 + bf + c$ . Na osnovu navedenog matematičko – statističkog modela za svaki kavez su izračunate hranidbene potrebe za održavanje normalnih funkcija metabolizma i zadržavanje tjelesne mase, maksimalni i optimalni rast, te za maksimalnu iskoristivost hrane.

Ključne riječi: *Dicentrarchus labrax*, iskoristivost hrane, kavezni uzgoj, hranidbene potrebe

## Feed conversion efficiency in the cage culture of Mediterranean sea bass, *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758)

### Abstract

Growth and survival of Mediterranean sea bass in the floating cages located in the Bistrina Cove were examined from the stocking to the market size. First cage was stocked in July 2009, and the second in October 2009. Basic ecological parameters (salinity, temperature and oxygen saturation) were measured daily. Correlation between daily growth rate ( $g$ ) and daily feeding rate ( $f$ ) for every cage was calculated according to the formula:  $g = af^2 + bf + c$ . Based on that mathematical-statistical model maintenance feeding requirements, feeding requirements for optimal and maximal growth, and maximal conversion efficiency were calculated.

Key words: *Dicentrarchus labrax*, feeding requirements, cage rearing, feeding efficiency

### Uvod

Lubin je euritermna i eurihalina vrsta što mu omogućava preživljavanje u različitim uvjetima okoliša (Moretti i sur., 1999). Na rast i preživljavanje utječe široki raspon čimbenika vodenog medija koji, direktno ili indirektno, utječu na metabolizam ribe (Moksness i sur., 2004). S obzirom na zimski mrijest lubina mlađ se u kaveze obično nasađuje u ljetnim mjesecima ili početkom jeseni. Prema statističkim podacima Ministarstva poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja od 4000 tona bijele morske ribe proizvedene godišnje u Hrvatskoj, 65% otpada na kavezni uzgoj lubina (Jug-Dujaković, 2008). U komercijalnom uzgoju lubin se hrani ekstrudiranom hranom prilagođenom njegovim nutritivnim potrebama, i to modificiranom pastrvskom

prešanom peletom (Bavčević i Lovrinov, 2006). Na europskom tržištu postoji više kvalitetnih proizvođača suhe peletirane hrane prilagođene hranidbenim potrebama lubina, od kojih svaki sugerira svoje tablice hranidbe koje, kao osnovu za normiranje, uzimaju veličinu ribe i temperaturu mora (Treer i sur., 1995). Iako postoje podaci o rastu i preživljavanju lubina u različitim hranidbenim režimima, još uvijek nije detaljno istražena iskoristivost hrane s obzirom na temperaturu i salinitet, kao najvažnije čimbenike okoliša. Isto tako, nisu određene ni hranidbene potrebe jedinki za održavanje tjelesne mase i normalnih funkcija metabolizma, za maksimalni te optimalni rast u uvjetima kaveznog uzgoja.

### Materijal i metode

Tijekom istraživanja praćeni su rast i preživljavanje lubina do dostizanja konzumne veličine u dva kaveza na uzgajalištu Tehnološkog i poslovno-inovacijskog centra za marikulturu u uvali Bistrina. Svakodnevno su mjereni osnovni ekološki parametri kvalitete uzgojne sredine (temperatura, salinitet i zasićenost mora kisikom) na srednjoj dubini kaveza. Prvi kavez (LK1) nasaden je selektiranom mlađi u srpnju 2009.g., a drugi (LK5) u listopadu iste godine. Početna nasadna gustoća mlađi bila je 0,2 kg/m<sup>3</sup>, do kraja prve godine 6 kg/m<sup>3</sup>, a do kraja uzgoja 15 kg/m<sup>3</sup>. Hranjenje ribe je započeto hranom koja je sadržavala 53 % proteina i 14 % masti. Sukladno rastu i razvoju jedinki, u prvoj se godini prešlo na hranu koja sadrži 50 % proteina i 15 % masti, a u drugoj hranu sa 43 % proteina i 20 % masti, a potom 42 % proteina i 21 % masti. Dnevna količina hrane mjerena je sukladno hranidbenim tablicama, sugeriranim od proizvođača hrane. Uzorkovanje, s ciljem praćenja rasta i iskoristivosti hrane, obavljalo se jednom mjesečno. Slučajan uzorak od 30 jedinki vađen je iz kaveza i svaka je riba posebno vagana na digitalnoj vagi. Korelacija između dnevne stope rasta (g) i dnevne stope hranjenja (f) za svaki kavez izračunata je prema slijedećoj formuli :

$$g = af^2 + bf + c$$

gdje su *a* i *b* koeficijenti (Klaoudatos i sur., 1986). Na osnovu navedenog matematičko –statističkog modela za svaki kavez su izračunate hranidbene potrebe za održavanje, maksimalni i optimalni rast. Također, po istom modelu izračunata je i ukupna iskoristivost hrane. Za utvrđivanje korelacije između dnevnog prirasta i pojedinačnih ekoloških čimbenika, izračunat je Pearson-ov koeficijent.

### Rezultati

Tijekom ljetnog razdoblja zabilježene su najviše vrijednosti temperature mora. Pri tome je najveća vrijednost izmjerena u kolovozu 2009.g. (25,3°C). Početkom jeseni došlo je do laganog pada temperature, a najniža vrijednost od 12,03°C zabilježena je u ožujku 2010. godine. Mjesečne vrijednosti saliniteta tijekom cijelog istraživanja kretale su se u rasponu od 30,72 do 36,45 psu. Zasićenost kisikom se, tijekom cijelog istraživanja, kretala u rasponu od 85 – 105 %.

Mlađ nasadena u lipnju konzumnu je veličinu dosegla prije druge zime, dok je mlađ nasadena u listopadu minimalnu konzumnu veličinu dostigla tek nakon druge zime. Najizraženije povećanje tjelesne mase jedinki, u svim kavezima, utvrđeno je u razdoblju lipanj – prosinac. Rast tjelesne mase nastavlja se i u zimskom razdoblju, iako je njegov intenzitet postaje značajno niži (Graf 1). Preporuka je nasaditi mlađ težu od 1.5 g u razdoblju od travnja i svibnja, budući da su temperature mora u tom periodu povoljnije, a i prirast izrazito ovisi o temperaturi mora kroz ljetno razdoblje (Treer i sur., 1995).

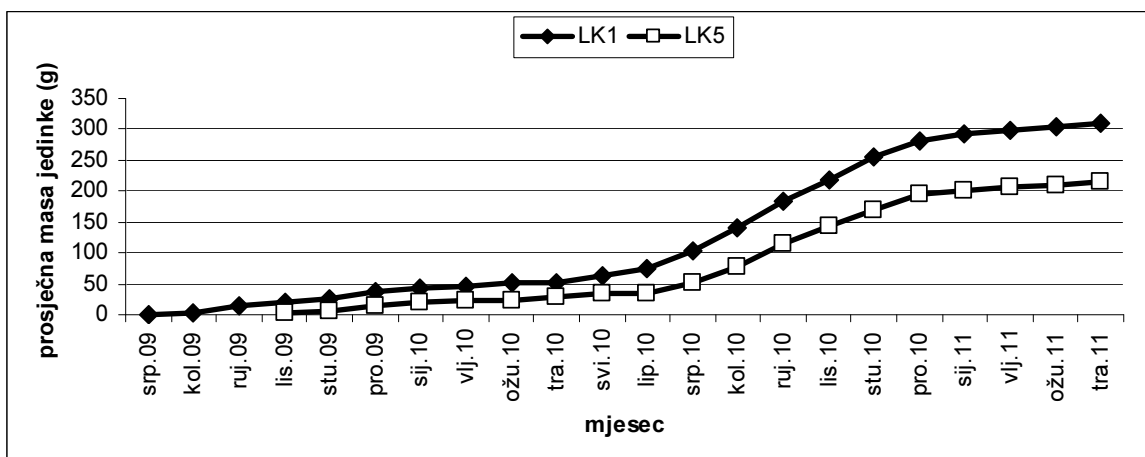
Izračunati su Pearsonovi koeficijenti korelacije između prirasta i ekoloških čimbenika. Pri tome je za oba kaveza utvrđena pozitivna korelacije između prirasta i temperature ( $r_{LK1} = 0,249439$ ,  $r_{LK5} = 0,395358$ ), te prirasta i slanosti ( $r_{LK1} = 0,179894$ , a  $r_{LK5} = 0,223595$ ).

Ekološki uvjeti uzgoja imaju značajan utjecaj na rast i preživljavanje lubina. Claireaux i Lagardère (1999) su istraživali metabolizam lubina od siječnja do rujna. Pri tome su istraživali utjecaj različitih ekoloških parametara, između ostalog i temperature (10, 15, 20 i 25°C) i slanosti (30, 20, 10 i 5‰). Rezultati njihove statističke analize pokazali su da čak i minimalne promjene ovih čimbenika mogu dovesti do promjena u intenzitetu metabolizma istraživane vrste. Brojni autori u svojim su radovima opisali utjecaj tih uvjeta na rast i preživljavanje (Treer i sur., 1995; Moksness i sur., 2004; Claireaux i Lagardère, 1999; Andrić i sur., 2010). Temperatura, kao jedan od najznačajnijih abiotičkih čimbenika, ima značajan utjecaj na rast kroz hranidbu i metabolizam (Moksness i sur., 2004). Utjecaj slanosti na rast i preživljavanje ranih razvojnih stadija lubina i pratili su Saillant i sur. (2003) te zaključili da ova vrsta, iako preferira nižu slanost, dobar prirast postiže i pri salinitetu od 37 psu i višim temperaturama mora (oko 22°C).

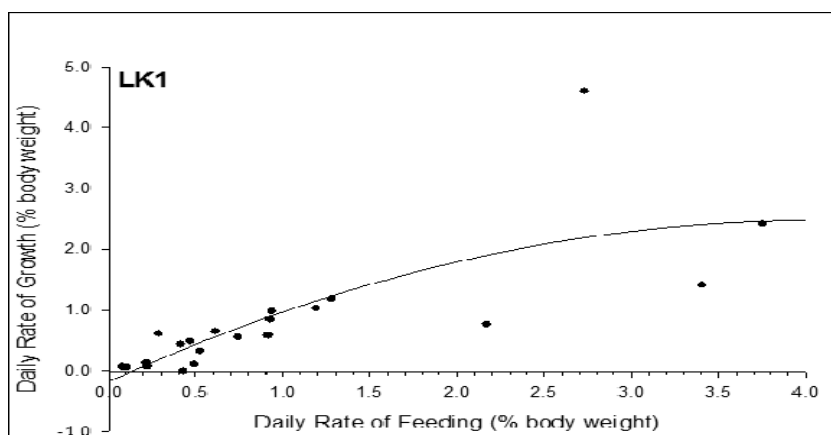


**Feed conversion efficiency in the cage culture of Mediterranean sea bass, *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758)**

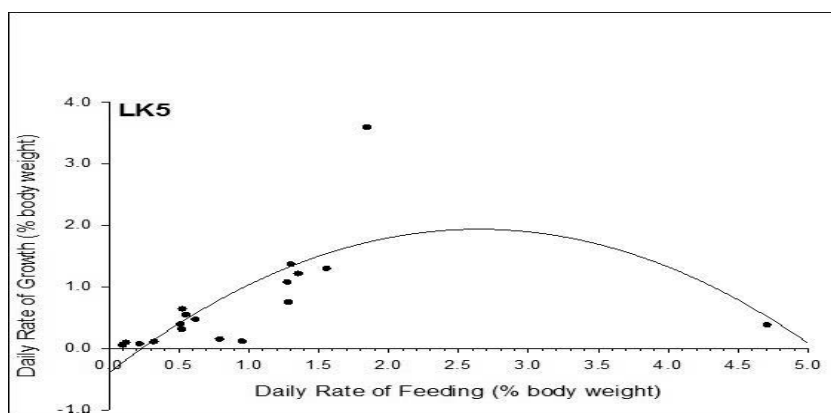
Rezultati matematičko-statističke analize korelacije između dnevne stope rasta (g) i dnevne stope hranjenja (f) prikazani su za svaki kavez na grafovima 2 i 3.



Graf 1. Mjesečna promjena tjelesne mase jedinki u kavezima LK1 i LK5



Graf 2. Korelacije između dnevne stope rasta (g) i dnevne stope hranjenja (f) za kavez LK1



Graf 3. Korelacije između dnevne stope rasta (g) i dnevne stope hranjenja (f) za kavez LK5

Korelacija dnevne stope rasta i dnevne stope hranjenja izražena je prema modelu jednadžbe drugog reda. Jednadžbe dnevne stope rasta (g) s obzirom na dnevnu stopu hranjenja iznosile su:

$$\text{Kavez LK1: } g = -0,1783 + 0,3077 * f - 0,1611 * f^2 \quad R^2 = 0,603$$

$$\text{Kavez LK5: } g = -0,3972 + 1,7632 * f - 0,3334 * f^2 \quad R^2 = 0,752$$

Person-Le Ruyet i sur. (2004) su u laboratorijskim uvjetima pratili rast i metabolizam mlađi zapadno-mediteranske populacije lubina tijekom 84 dana pri temperaturama od 13, 16, 19, 22, 25 i 29°C. Ovi su autori najbrži rast utvrdili pri temperaturi od 26°C. U hladnijim uvjetima rast je bio značajno niži (čak i do 65 % niži pri 13°C u odnosu na 26°C). To objašnjavaju činjenicom da je na niskim temperaturama i unos hrane u organizam smanjen. Iskoristivost hrane je bila najbolja pri 24°C, a nešto slabija pri nižim temperaturama (13 i 16°C). Povišenjem temperature moguće je davati veće količine hrane od navedenih u tablicama, te se tako postiže bolji prirast bez podizanja koeficijenta konverzije (potrošak hrane za kilogram prirasta u određenom razdoblju). Manju ribu je potrebno češće hraniti, te su osim sastava hrane važni broj i raspored obroka tijekom dana (Treer i sur., 1995).

Hranidbene potrebe jedinki za održavanje, maksimalni i optimalni rast, te maksimalna iskoristivost hrane prikazani su u Tablici 1.

Tablica 1. Hranidbene potrebe jedinki za održavanje tjelesne mase, maksimalni i optimalni rast, te maksimalna iskoristivost hrane po kavezima

Kavez	Potrebe za održavanje (% tjelesne mase dnevno)	Maksimalni rast (% tjelesne mase dnevno)	Optimalni rast (% tjelesne mase dnevno)	Maksimalna iskoristivost hrane (%)
LK1	0,1387	2,476	4,059	61
LK5	0,236	1,934	2,644	73,1

Na osnovu podataka sakupljenih tijekom pokusa, izračunata je minimalna dnevna količina hrane za održavanje tjelesne mase i normalnih funkcija metabolizma lubina između 0,14 i 0,24 % tjelesne težine, ovisno o sezoni. Lubin optimalno raste tijekom uzgojnog ciklusa ako dnevno pojede količinu hrane koja iznosi između 2,64 i 4,1% tjelesne težine, a tijekom pokusnog uzgoja postignuta je iskoristivost hrane između 61 i 73,1%. U uvjetima kaveznog uzgoja, potrebno uzeti u obzir i činjenicu da dio hrane može biti izgubljen zbog strujanja mora ili načina hranjenja.

### Zaključak

Mlađ lubina, težine 2-4 g, nasadena u plutajuće kaveze do sredine ljeta dostići će komercijalnu težinu prije druge zime. Minimalna dnevna količina hrane za održavanje normalnih funkcija metabolizma lubina je između 0,14 i 0,24 %, a za optimalni rast između 2,64 i 4,1% tjelesne težine. Iskoristivost hrane lubina u uvjetima kaveznog uzgoja u Jadranskim uvjetima iznosi između 61 i 73,1%.

### Literatura

- Andrić V., Jelić-Mrčelić G., Slišković M., Miletić I. (2010). Postupak i kriteriji za postavljanje uzgajališta ribe. *Ribarstvo* 68(4): 167-174.
- Bavčević L., Lovrinov M. (2006). Hrana za kavezni uzgoj lubina i komarče - razvoj i perspektive. *Ribarstvo* 64(3): 103-112.
- Claireaux G., Lagardère J.P. (1999). Influence of temperature, oxygen and salinity on the metabolism of the European sea bass. *Journal of Sea Research* 42:157-168.
- Klaoudatos S., Apostolopoulos I. (1986). Experimental results of the reproduction and cultivation of the euryhaline fish, *Sparus aurata* and *Dicentrarchus labrax* under controlled conditions. *Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Panhellenic Congress on Oceanography and Fisheries*, May 23-25, 1986: 55-64.
- Jug-Dujaković J. (2008). Marine aquaculture production. In: National fisheries strategy and COM project – PHARE 2005 – EUROPEAID/123609/D/SER/HR.
- Moksness E., Kjørsvik E., Olsen Y. (2004). Culture of cold-water marine fish. Fishing News Books. Pp. 528.

**Feed conversion efficiency in the cage culture of Mediterranean sea bass,  
*Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758)**

Moretti A., Pedini Fernandez-Criado M., Cittolin G., Guidastrri R. (1999). Manual on hatchery production of seabass and gilthead seabream. Vol.1., FAO, Rome, Italy. Pp. 194.

Person-Le Ruyet J., Mahé K., Le Bayon N., Le Delliou H. (2004). Effects of temperature on growth and metabolism in a Mediterranean population of European sea bass, *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture* 237: 269-280.

Saillant E., Fostier A., Haffray P., Menu B., Laureau S., Thimonier J., Chatain B. (2003). Effects of rearing density, size grading and parental factors on sex ratios of the sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.) in intensive aquaculture. *Aquaculture* 221: 183-206.

Treer T., Safner R., Aničić I., Lovrinov M. (1995). Ribarstvo. Nakladni zavod Globus, Zagreb.

**sa2012\_0606**

# Lov hobotnice (*Octopus vulgaris*, Cuvier, 1797) rukom na zapadnoj obali otoka Murtera

Daniel MATULIĆ, Tomislav VIDOVIĆ, Ivica ANIČIĆ, Tomislav TREER, Roman SAFNER, Tea TOMLJANOVIĆ, Marina PIRIA, Nikica ŠPREM

Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska  
(e-mail: dmatulic@agr.hr)

## Sažetak

U radu su prikazani rezultati podvodnog lova hobotnice (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797) rukom u uvalama na zapadnoj strani obale otoka Murtera tijekom mjeseca srpnja 2009 g. Ukupno je ulovljeno 49 hobotnica te su izračunati dužinsko-maseni odnosi, *randman*, CPUE 1 (g/h), CPUE 2 (broj/h). Praćena je i pojava pirke (*Serranus scriba* L., 1758) kao potencijalnog indikatora prisustva hobotnice. Lov je bio uspješan u 59,76 % slučajeva. Najbolji CPUE 1 (g/h) je izračunat za uvalu Kosirina (1020.71) dok je CPUE 2 (br/h) bio najviši u uvali Lučica (3.6). Utvrđeni su jaki dužinsko-maseni odnosi ( $R^2=0.876$ ), te signifikantna povezanost između vremena provedenog u ribolovu s masom i brojem hobotnica ( $p<0.01$ ). Prosječni *randman* (82.11%) ukazuje na ekonomsku iskoristivost hobotnice, a prisustvo pirke (51.02%) na značajnog pokazatelja boravišta hobotnice.

Ključne riječi: *Octopus vulgaris*, ribolov, CPUE, dužinsko-maseni odnos, *randman*, pirka, otok Murter

## Hand fishing for octopus (*Octopus vulgaris*, Cuvier, 1797) along the western coast of the Murter Island

### Abstract

The paper presents the results of underwater fishing of common octopus (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797) exclusively by hand, in the bays along the west coast of the Murter Island. The total of 49 octopuses were caught and measured by weight, total length and arms lengths. From the data collected length-weight relationships, dressing percentage, CPUE 1 (g/h) and CPUE 2 (no./h) were determined. Also, the presence of painted comber (*Serranus scriba* L., 1758) was taken into consideration, as a potential indicator of the presence of an octopus. Fishing efficiency was 59.76%. The highest CPUE 1 (1020.71 g/h) was calculated for Kosirina bay, while the best CPUE 2 (3.6) was calculated for Lučica bay. We found a strong length-weight correlation relationship ( $R^2 = 0.876$ ). Time spent fishing significantly correlated between the weight and the number of octopuses. The average dressing percentage was 82,11% which indicates a high economic utilization of this species. The presence of painted comber was noted in 51,02% of the octopuses caught, therefore, it could stand for a significant indicator of octopus whereabouts.

Key words: *Octopus vulgaris*, fishing, CPUE, length-weight ratio, dressing percentage, painted comber, Murter Island

## Uvod

Odrasla hobotnica (*Octopus vulgaris*) je tipičan stanovnik bentosa neritičke zone tropskog, subtropskog i umjerenog morskog priobalja (Mangold-Wirz, 1963). Iznimno je osjetljiva na smanjeni salinitet, pa joj i izloženost od samo nekoliko sekundi u slatkoj vodi, djeluje letalno (Roper i sur., 1984; Milišić, 2000; FAO, 2007). Općenito su karnivori, vrlo svestrani i aktivni grabežljivci u svim fazama njihova života, uzimajući širok izbor plijena (Rodhouse i Nigmatullin, 1996). Konzumiraju uglavnom rakove, neke vrste mekušaca i manjoj mjeri ostale beskralježnjake ili ribe (Boletzky i Hanlon, 1983; Guerra i Nixon, 1987; Lee, 1994). Lov hobotnice obavlja se pretežno noću i to vršama, varalicama, harpunima, ostima, kukama, povlačnim mrežama, te rukom. Vrlo su rijetki zapisi podvodnog ribolova hobotnica isključivo rukom. Može se loviti tijekom cijele godine, ali zbog svoje osjetljivosti na temperaturu, bolje se lovi u proljeće i ljeto (Milišić, 2007). Prema Milišić (2007) u ukupnom ribolovu u Republici Hrvatskoj glavonošci sudjeluju sa 2 – 2,5 %. Izmjerene su maksimalne totalne dužine ženki od 1.2 m i mužjaka 1.3 m, s maksimalnom masom od 10 kg, uobičajenom do 3 kg (Roper i sur., 1984). Hobotnica je visoko poželjna na tržištu, pa uvjetuje i visoke cijene otkupa. Zbog globalnog nekontroliranog ribarskog izlova, broj hobotnica u ribarskom ulovu polagano opada. Poznato je da se godišnje u Japanu od 12 000 do 17 000 lonaca spušta u more s ciljem održavanja zalih hobotnica i zaštite njihovih jaja (FAO, 2011). Istraživanja uporabe glinenih lonaca u lovu i očuvanju ovih glavonožaca, ukazuju na štetnost po okoliš, budući lomljivost materijala uzrokuje veliki otpad (Sobrinosa i sur., 2011). Određene povezanosti između riba različitih vrsta i između riba i beskralježnjaka u Sredozemnom moru su već poznate (Abel, 1960; Thiel, 1970; Moosleitner, 1982; Zander, 2003). Komenzalni odnos je pronađen između hobotnice i škarpine (*Scorpaena scrofa*) u Crvenom moru (Patzner & Debelius, 1984) te murine (*Gymnothorax castaneus*) u Kalifornijskom zaljevu (Strand 1988).

## Materijali i metode

Lov hobotnice rukom se odvijao u drugoj polovici srpnja 2009. godine tijekom 16 dana. U 11 uvala na zapadnoj obali otoka Murtera, ulovljeno je 49 hobotnica. Za istraživanje se koristila tehnika ronjenja na dah, a od ronilačke opreme upotrebljavana je samo maska, disalica i vrećica za ulov. Tehnika lova sastojala se od pretrage priobalnog dna na dubini od 0,5–8 metara u vremenskom periodu između 16:00–20:30 sati. Pretraživanje je vršio jedan ronilac, promatranjem s površine mora i zaranjanjem do dna. S obzirom da se ronilo bez ronilačkog odijela, bili su potrebni odmori svakih 30–60 minuta, stoga je ronjenje obavljeno u nekoliko dnevnih etapa. Nakon svakog intervala zabilježeno trajanje ronjenja, broj hobotnica te prisutnost pirke, ribe koja je potencijalni indikator blizine hobotnice. Također, izvršeno je vaganje svake hobotnice, te vaganje iste nakon odstranjivanja unutarnjih organa, očiju i čeljusti. Svakoj jedinki izmjerena je dužina krakova i ukupna dužina. Za ribolovni napor su uzimani masa (CPUE 1) i broj hobotnica (CPUE 2) po satu kao jedinici vremena. Napravljena je korelacija dužinsko-masenog odnosa, mase i dužine krakova te je izračunat randman po formuli:

$$R = 100 \times (\text{masa očišćene hobotnice/ukupna masa})$$

## Rezultati i rasprava

Izvršeno je 43 ronjenja, ukupnog trajanja 22.58 sati, što je prosječno 31.51 minuta po jednom ronjenju. Prosječna temperatura mora bila je 25,13°C. Prosječna temperatura zraka iznosila 31.6 °C. Od ukupno 82 primijećene hobotnice, 49 primjeraka je uhvaćeno što iznosi 59.76 % uspješnosti ulova. Prosječna masa hobotnice bila je 1050 g, a prosječna dužina 37.57 cm. Uspoređujući CPUE 1 (g/h) za svaku uvalu s njegovim prosjekom za sve uvale (513.87 g/h), najbolje lokacije za lov hobotnice su Kosirina, Podraduč, M. Dolac i (1020.71 g/h, 846.00 g/h, 735.69 g /h) (Tablica 1). CPUE 2 (br/h) indicira uvalu Lučica (3.6) kao najbolju uvalu po broju ulovljenih primjeraka hobotnice po jedinci vremena. Slijedi je M. Dolac s 2.7 primjeraka. Uspoređujući najviši CPUE 1, koji je zabilježen u uvali Kosirina, s CPUE 2 za istu uvalu, vidimo da postoji nepodudaranje u rezultatima ribolovnog napora. To se može opravdati malim ukupnim uzorkom, različitim trajanjem ribolova, te s pojedinačnim ulovljenim primjerkom najveće mase u prosječnoj jedinici vremena u navedenoj uvali s najvećim CPUE 1.

Tablica 1. Trajanje ribolova, broj, masa i ribolovni naponi u jedinici vremena po uvalama

Naziv uvale	Trajanje ribolova (h)	Broj hobotnica	PTM (kg)	PTD (cm)	CPUE 1 (g/h)	CPUE 2 (br/h)
Lučica	1.92	7	0.97	29.33	508.17	3.6
Podvrške	2.17	4	0.57	30.63	264.00	1.8
Podraduč	0.83	2	0.71	45.90	846.00	2.4
Dolac	5.25	11	2.58	36.79	491.24	2.1
M. Dolac	1.08	3	0.80	40.13	735.69	2.7
Tužbine	1.42	3	0.70	40.90	493.41	2.1
Kosirina	1.42	3	1.45	49.57	1020.71	2.1
Koromašnica	1.50	2	0.42	37.75	276.67	1.3
Murtarić	4.58	11	2.69	39.22	587.13	2.4
U.Sv.Nikola	0.92	1	0.28	44.20	301.09	1.1
U.Noždra	1.50	2	0.45	36.85	300.67	1.3
Ukupno	22.59	49	11.62	-	-	-
Prosjeak	2.05	4.54	1.05	37.57	513.87	2.1

PTM – Prosječna ukupna masa; PTD Prosječna ukupna dužina; CPUE 1 – ribolovni napon u gramima po jedinici vremena; CPUE 2 – ribolovni napon prikazan kao broj uhvaćenih primjeraka po jedinici vremena

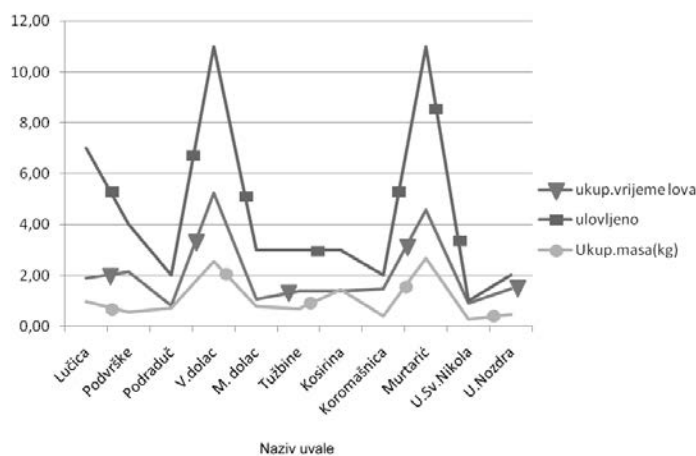
Tablica 2. Korelacijska povezanost istraživanih parametara

	Trajanje ribolova	Broj hobotnica	Prosječna uk. masa	Prosječna uk. dužina	CPUE 1	CPUE 2
Trajanje ribolova	-	0.944**	0.900**	-0.310	-0.096	0.150
Broj hobotnica	0.944**	-	0.913**	-0.370	0.047	0.454
Prosječna ukupna masa	0.900**	0.913**	-	0.015	0.326	0.334
Prosječna ukupna dužina	-0.310	-0.370	0.015	-	0.639*	-0.268
CPUE 1	-0.096	0.047	0.326	0.639*	-	0.498
CPUE 2	0.150	0.454	0.334	-0.268	0.498	-

\*\* Korelacija je signifikantna na 0.01 razini; \* Korelacija je signifikantna na 0.05 razini

Iz Tablice 2 vidljiva je očekivano visoka povezanost vremena provedenog u ribolovu s brojem i prosječnom ukupnom masom hobotnica pri 0.01 razini signifikantnosti (Graf 1). Ribolovni napon uzet po ulovljenoj masi hobotnice u jedinici vremena korelira s dužinom hobotnice na 0.05 razini signifikantnosti. Nije uočena značajna korelacija između CPUE 1 i CPUE 2.

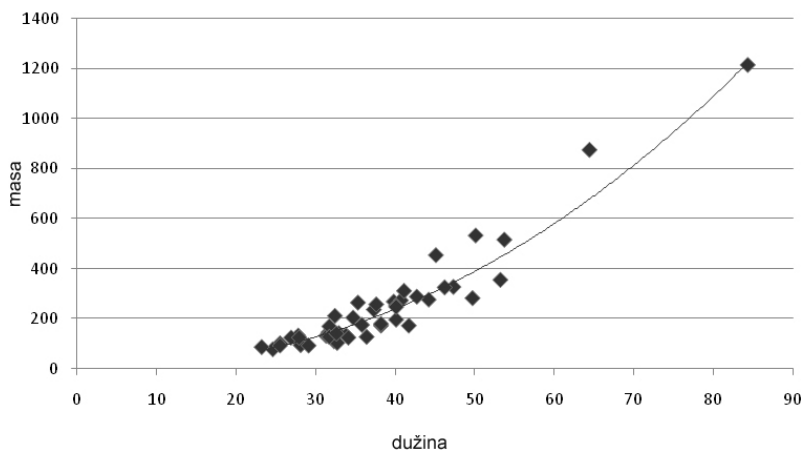
Regresijska krivulja s koeficijentom determinacije ( $R^2=0.876$ ) prikazuje jaku vezu između dužine i mase hobotnice (Graf 2).



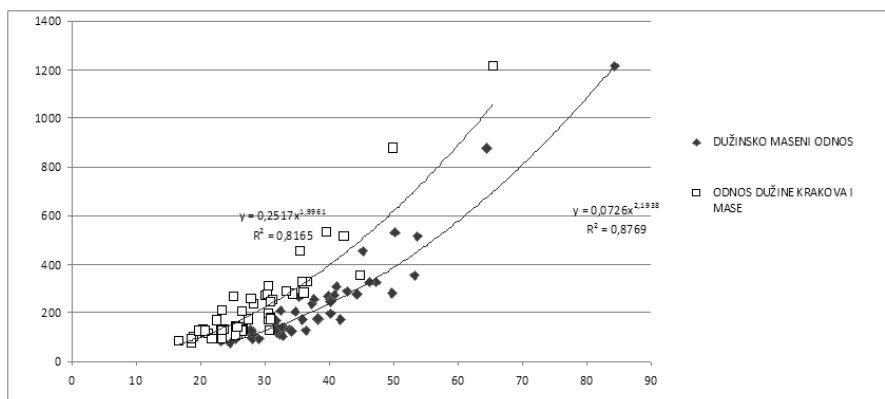
Graf 1. Grafički prikaz mase i broja hobotnica te provedenog vremena u ribolovu

Izračunat je prosječan postotak dužine krakova u odnosu na tijelo. Dužina krakova iznosi 76.63 % dužine tijela, dok na glavu i kratki vrat otpada 23.37 %. Usporedbom krivulja dužinsko-masениh odnosa i dužine krakova s masom vidi se tendencija usporavanja rasta krakova u korist glave, odnosno povećanjem mase, glava i vrat povećavati će svoj postotni udio prema dužini tijela (Graf 3).

Prosječni randman iznosi 82.11 % što ukazuje za veliku ekonomsku iskoristivost ove vrste životinje. Prema našim saznanjima, do sada nije opisana povezanost između pirke i hobotnice u Jadranskom moru. Ribolovom smo mogli svjedočiti o njihovim komenzalnim navikama pri ishrani, iako nikakva direktna interakcija nije uočena. Kod ukupno 82 zapažene hobotnice, pirka se nalazila u blizini kod njih 33, što iznosi 40.24%. Od 49 ulovljenih hobotnica, kod 25 primjeraka je bila prisutna pirka, odnosno 51.02% što nam ukazuje na potencijalnu



Graf 2. Dužinsko maseni odnos ukupnog uzorka  $y = 0.072 * x^{2.193}$ ;  $R^2 = 0.876$



Graf 3. Usporedan prikaz dužinsko-masениh odnosa hobotnice s odnosom dužine krakova i mase  $y = 0.251x^{1.996}$ ;  $R^2 = 0.816$ .

### Zaključci

Utvrđena je visoka korelacija vremena provedenog u ribolovu s brojem i prosječnom ukupnom masom hobotnica (*Octopus vulgaris*). Postoji visoka povezanost dužine i mase hobotnice te dužine krakova i mase. Uočila se tendencija usporavanja rasta krakova u korist glave, odnosno povećanjem mase, glava i vrat povećavali su svoj postotni udio prema dužini tijela. Randman hobotnice ukazuje na njenu potencijalnu iskoristivost i ekonomsku isplativost. Prosječna zastupljenost pirke (*Serranus scriba*) od preko 40 % kod

primijećenih i ulovljenih hobotnica, navodi na zaključak da pirka može biti značajan pokazatelj skloništa hobotnice, što zasigurno može doprinijeti količini ulova sportskog ribolovca.

## Literatura

- Abel E.F. (1960): Liaison facultative d'un poisson (*Gobius bucchichii* Steindachner) d'une anemone (*Anemonia sulcata* Penn.) en Mediterranee. *Vie Milieu* 11: 517-531.
- Boletzky, S., Hanlon, R.T. (1983). A review of the laboratory maintenance, rearing and culture of cephalopod mollusks. *Mem. Nat. Mus. Vic.* 44, 147-187.
- FAO (2007). "Species Fact Sheets", Food and Agriculture Organization, <<http://www.fao.org/fishery/species/search> >
- FAO (2011). Food and Agriculture Organisation. 2011
- Guerra, A., Nixon, M. (1987). Crab and mollusk shell drilling by *Octopus vulgaris* in the Ria de Bigo. *J. Zool.* 211, 515-523.
- Lee, P.G., (1994). Metabolic substrates in cephalopods. In: Pörtner, H.O., O'Dor, R.H., MacMillan, D.L. (Eds.) *Physiology of Cephalopod Mollusc. Lifestyle and Performance Adaptations*-Gordon and Breach Publ., Basel, Switzerland, pp. 35-51.
- Mangold-Wirz, K. (1963). Biologie de cephalopodes benthiques et nectoniques de la mer catalane. *Vie et Milieu* (Suppl.) 13, 1± 285.
- Milišić, N. (2000). *Glavonošci: Divna i čudesna morska bića*, Knjigotisak, Split.
- Milišić, N. (2007). *Glavonošci, školjke i puževi Jadrana*. Marjan tisak. 2007.
- Moosleitner, H. (1982). Fressgemeinschaften auf Sandböden im Mittelmeer, *Zool. Anz. Jena.* 209: 269-282.
- Patzner R.A. & Debelius H. (1984). Partnerschaft im Meer. E. Pflüger Verlag, Wuppertal.
- Rodhouse, P.G., Nigmatullin, C.M. (1996). Role as consumers. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B* 351, 1003-1022.
- Roper, C.F.E., M.J. Sweeney & C.E. Nauen, (1984). FAO species catalogue. Vol. 3. Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries. *FAO Fish. Synop.*, (125)Vol. 3:277p.
- Sobrino, I., Juarez, A., Rey, J., Romero, Z., Barob, J. (2011). Description of the clay pot fishery in the Gulf of Cadiz (SW Spain) for *Octopus vulgaris*: Selectivity and exploitation pattern. *Fisheries Research*, Volume: 108, Issue: 2-3, 283-290
- Strand, S. (1988): Following behaviour: Interspecific foraging associations among Gulf of California reef fishes. *Copeia* 1988: 351-357.
- Thiel M.E. (1970): Das Zusammenleben von Jung- und Kleinfischen mit Rhizostomeen (Scyphomedusae). *Ber. Dt. Wiss. Komm. Meeresforsch.* 21: 444-473.
- Zander C.D. (2003): Eine Fressgemeinschaft von Fischen an Hartböden des Mittelmeeres. *Z.Fischk.* 6: 99-105.

sa2012\_0607



# Uticaj pesticida na medonosnu pčelu

Goran MIRJANIĆ, Siniša MITRIĆ

Sveučilište u Banjoj Luci, Agronomski fakultet, Trg vojvode Petra Bojovića 1A, Banja Luka, Bosna i Hercegovina  
(e-mail:goran.mirjanic@agrofabl.org)

## Sažetak

Pesticidi koji se koriste u poljoprivredi, a pogotovo insekticidi, u određenoj mjeri su toksični za medonosnu pčelu. Prilikom primjene pesticida može da dođe do izloženosti medonosne pčele, a rizik od trovanja pčelinje zajednice zavisi od toksičnosti i mehanizma djelovanja pesticida, načina na koji je pčela bila izložena pesticidima, dužini ekspozicije, i količini pesticida kojem je pčela ili pčelinja zajednica bila eksponirana. Insekticidi iz klase organofosfornih i organohlorinih insekticida su doveli do zadesnih trovanja pčela, a uvođenjem u praksu sistemskih insekticida iz klase neonicotinoida, čiji se ostaci mogu naći u peludu, nektaru i gutacionim kapima nameću drugačije poimanje procjene rizika pesticida za pčele, između ostalog i zbog što subletalne doze ovih insekticida najvjerojatnije mogu da uzrokuju promjene u ponašanju pčela i narušavaju njihovih kognitivnih sposobnosti. Stoga mogu da budu jedan od uzroka nastanka sindroma kolapsa pčelinje zajednice, poznatijeg pod nazivom “*coloni colaps disorder*” (CDD). Zbog toga je neophodno raditi na stalnom razvoju procjene rizika pesticida po pčele i pratiti savremenu legislativu u oblasti toksikologije pesticida.

Ključne riječi: pesticidi, pčele, procjena rizika

## Pesticide effect on the honey bee

### Abstract

Pesticides that are used in agriculture, especially insecticides, are partially toxic for the honey bee. While applying the pesticides it is possible for honey bees to be exposed, risk of poisoning the bee colony depends on toxicity and mechanism of action of pesticides, the manner in which the bees were exposed to pesticides, exposure time, and amount of pesticide which bees or bee colony was exposed to. Insecticides from the organophosphorus and organochlorine class of insecticides led to accidental poisoning, and introducing the practice of systemic insecticides in the class of neonicotinoid, whose remains are found in pollen, nectar and gutation drops impose different perception of the risk assessment of pesticides to bees, among other things, because the sublethal doses of these insecticides can cause significant changes in the behavior of bees, bee cognitive distortions, and is reasonably to attribute it to their role in the syndrome known as *Coloni colaps disorder* (CCD). Therefore, it is necessary to work on the constant development of the bee risk and to follow the modern legislative in the area of the pesticides toxicology.

Key words: pesticides, bee and the risk estimation

### Uvod

Pesticidi koji se koriste u poljoprivredi, a pogotovo insekticidi, u određenoj mjeri su toksični za medonosnu pčelu. Prilikom primjene pesticida može da dođe do izloženosti medonosne pčele, a rizik od trovanja pčelinje zajednice zavisi od toksičnosti i mehanizma djelovanja pesticida, načinu na koji je pčela bila izložena pesticidima, dužini ekspozicije, i količini pesticida kojem je pčelinja zajednica bila eksponirana. Toksičnost

pesticida za pčelu se ispituje testom oralne ili kontaktne akutne toksičnosti uz eksponiranje od 24 ili 48 sati, a iskazuje se kao srednja letalna doza (LD<sub>50</sub>) u mg aktivne tvari po pčeli (EPPO, 2001). Samo poznavanje srednje letalne doze nekog pesticida nije dovoljno da bi se procjenio rizik po pčelinju zajednicu ukoliko bude izložena nekom insekticidu. Ovaj način izražavanja toksičnosti je više prilagođen insekticidima koji se primjenjuju preko lista biljaka, kao što su organoklorna jedinjenja, karbamati, organofosfati i piretroidi, ali ne i za sistemične insekticide koji se, pored folijarne primjene, koriste i za tretiranje sjemena i zemljišta. Naime, sistemične insekticide mogu da usvoje medonosne biljke (npr. uljana repica) i peludonosne biljke (npr. kukuruz i suncokret), čime u izvjesnoj mjeri dolazi do kontaminiranja peluda i nektara. Danas poseban rizik predstavljaju insekticidi iz klase neonikotenoidea i fenilpirazola.

### Otrovnost pesticida za pčele i mogućnost trovanja pčela

Broj pčelinjih zajednica u proteklih 60 godina se smanjio za 45% (Atkins, 1992). Gubici pčela u periodu od 1966-1979. godine pripisivani su trovanjima od organoklornih insekticida, karbamata, organofosfornih insekticida i piretroida (Atkins, 1992), a pri tome ograničenje primjene ovih insekticida u vrijeme cvjetanja nije dalo zadovoljavajuće rezultate.

Johnson *et al.* (2010) navode da je u periodu od 1981-2005. godine u SAD došlo do dramatičnog smanjenja pčelinjih zajednica sa 4,2 milijuna na 2,4 milijuna, a tim gubicima su značajno doprinijele parazitarne grinje pčela *Acarapis woodi* i *Varroa destructor*. U tom periodu se u poljoprivrdnu praksu uvode insekticidi iz klase neonikotinoidea, kao i genetski modifikovani organizmi. Neonikotinoidi oponašaju acetilholin i djeluju kao agonisti nikotinacetilholin receptora (nAChRs). Oni uzrokuju trajnu aktivaciju holinergičkih receptora što dovodi do hiperekscitacije i smrti (Jeschke and Nauen, 2008).

Trovanje pčela pesticidima može da bude DIREKTNO i INDIREKTNO. Direktno trovanje nastaje kada pčela izletnica dođe u neposredan kontakt sa kemijskim sredstvom, bilo na cvijetu, bilo u letu. Indirektno trovanje može da nastane prilikom preleta pčela preko prethodno tretirane površine, na kojoj se ne nalazi medonosna bilje, ako se ona nalazila između pčelinjaka i medonosnih biljaka. Samo uginuće otrovanih pčela može da se desi na mjestu izloženosti pesticidu, tj. na cvijetu, u toku leta od paše do košnice, pred košnicom (na letu košnice i ispod nje) i konačno u samoj košnici. Opisani načini trovanja su većim dijelom vezani za zadesna trovanja pčela nastalih uslijed pogrešne primjene pesticida, neblagovremenog informiranja pčelara o planiranom tretiranju i većinom mogu da budu izazvana starijim insekticidima iz klasa organofosfornih i organoklornih insekticida, koji imaju utrobnu i kontaktnu toksičnost i koji se primjenjuju prskanjem ili orošavanjem, tj. folijarno. Ovi insekticidi se danas značajno manje primjenjuju ili je njihova primjena zabranjena. Uvođenjem u praksu sistemičnih insekticida iz klase neonikotinoidea, čiji ostaci se mogu naći u peludu, nektaru i gutacionim kapima nameću drugačije poimanje procjene rizika pesticida za pčele, između ostalog što i subletalne doze ovih insekticida mogu da uzrokuju značajne promjene u ponašanju pčela. Neonikotinoidi se koriste za folijarno tretiranje gajenih biljaka, tretiranje sjemena, kao i tretiranje tla, a u cilju suzbijanja štetnika. Poseban rizik za pčele predstavlja korišćenje neonikotinoidea za tretiranje sjemena. Danas se ovi insekticidi koriste za tretiranje sjemena pamuka, šećerne repe, uljane repice, kukuruza i drugih žitarica (Girolami *et al.*, 2009). Neonikotinide nanesene na površinu sjemena gajena biljka usvaja, translocira i distribura kroz cijelu biljku, dajući joj dugoročnu zaštitu od štetnih insekata (Magalhaes *et al.*, 2009, Maienfish *et al.*, 2001). Elbert *et al.* (2008) ukazuju da je promet insekticida za tretiranje sjemena u 1990. godine iznosio 155 milijuna eura, a u tome su preovladavali insekticidi iz klase karbamata, da bi 2005. godine promet insekticida za tretiranje sjemena iznosio 535 milijuna eura sa učešćem neonikotinoidea od 77%.

Gubici pčela ne nastaju samo od zadesnih trovanja pčela pesticidima, čak se može reći da taj način trovanja ima manji značaj u dramatičnom gubitku broja pčelinjih zajednica. Naime, smatra se da izlaganje pčela subletalnim dozama insekticida iz klase neonikotinoidea ne dovodi do akutnog smrtnog efekta, već dolazi do narušavanja kognitivnih sposobnosti pčela, te promjena u njihovom ponašanju, zbog čega se pčele radilice ne vraćaju u košnicu i uginu, jer je boravak u pčelinjoj zajednici uslov za opstanak pčele (Rortais *et al.*, 2005). Stoga insekticidima iz klase neonikotinoidea, pored ostalih mogućih uzroka, može da se pripíše i uloga u nastanku sindroma poznatog pod nazivom "coloni colaps disorder" (CDD) (Girolami *et al.*, 2009).

Greatti *et al.* (2003, 2006) navode da su u Italiji primjetili visoku koincidenciju između smrti pčela u vrijeme sjetve kukuruza čije je sjeme tretirano neonikotinoidima. To se dovode u vezi sa mogućim raznošenjem prašine insekticida sa površine sjemena kukuruza na obližnju vegetaciju, pri čemu se mogu kontaminirati i divlje biljke u okolini, pčele u letu, pa i površinska voda. Sekvenciranje genoma medonosne pčele

(Claudianos *et al.*, 2006) daje mogući odgovor za osjetljivost pčela prema insekticidima. Naime, genom pčela je u odnosu na genom drugih insekata izrazito manjkav u broju gena koji kodiraju enzime potrebne za detoksikaciju kao što su citohrom (P450), monooksigenaza (P450s), glutation-S-transferaza i karboksilestraza.

### Ostaci pesticida u pčelama i pčelinjim proizvodima

Johnson *et al.* (2010) citiraju rezultate velikog broja studija u posljednjih 20 godina u kojima su utvrđeni ostaci pesticida u vosku, peludu, pčelama i vosku. Mnogobrojni autori su ustanovili velike ostatke akaricida koji se se koristili u suzbijanju varoos, a pogotovo je sadržaj tih ostataka bio visok u vosku. Posebno su zabrinjavajući rezultati nekih studija koji ukazuju na zabrinjavajuće visoku razinu ostataka pesticida koji se koriste u poljoprivredi, a koji su detektovani u pčelama i pčelinjim proizvodima u SAD i Kanadi. Johnson *et al.* (2010) citiraju mnogobrojne radove u kojima je objavljano da su u mrtvim pčelama detektovane visoke koncentracije ostataka pesticida, prije svih organofosfornih insekticida i piretroida, a u manjoj mjeri fungicida. Ti ostaci su često prevazilazili LD<sub>50</sub>. Neonikotinoidi i fenilpirazoli, kao sistemski insekticidi, razlikuju se od klasičnih insekticida po tome što ih biljka usvaja i stoga mogu biti detektovani u peludu i nektaru (Culter and Scott-Dupree, 2007), dok u pčelama nisu detektovani (Johnson *et al.*, 2010). Upravo zbog te činjenice treba posebno naglasiti značaj moguće kontaminacije nektara i peludi, zbog koje pčele mogu tokom dužeg vremena biti kronično izložene ovim insekticidima Johnson *et al.* (2010). Naime nektar i pelud se mogu konzumirati odmah, s tim da se probavljivost peludi povećava nakon što ona prođe fermentaciju. Dakle, pčele mogu biti izložene i kontaminirane izravno, neposredno nakon konzumacije tih proizvoda ili kasnije u vremenu, kada ti proizvodi posluže za ishranu pčelinje zajednice. Stoga, pelud prikupljena u kolovozu se može konzumirati u ožujku ili početkom travnja sljedeće godine. Kao rezultat toga, izloženost pčela kontaminiranoj hrani može biti odložena čak 7-8 mjeseci. Johnson *et al.* (2010) navode da su u peludu u SAD u visokom sadržaju detektovani sljedeći insekticidi: aldikarb (1,3 ppm), azinfos metil (0,6 ppm), klorpirifos (0,8 ppm) i imidakloprid (0,9 ppm), a od fungicida: boskalid (1 ppm), kaptan (10 ppm) i miklobutanil (1 ppm), dok je sadržaj klorotalonila bio zabrinjavajuće visok i iznosio 99 ppm (Mullin *et al.*, 2010). Visoka razina piretroida, uključujući cihalotrin (1,7 ppm) i cipermetrin (1,9 ppm), je utvrđena u peludu bijele slačice (Choudhary and Sharma, 2008b, cit. Johnson, 2010).

### Procjena rizika

Procjena rizika po pčelinju zajednicu od pesticida je dosta složena i ne može se zasnovati samo na podacima o oralnoj i kontaktnoj akutnoj toksičnosti iskazanoj kroz srednju letalnu dozu (LD<sub>50</sub>). Sigurno da bi veći broj podataka o toksičnosti pesticida za odrasle pčele i larve pčela dao bolji uvid o stvarnoj potencijalnoj opasnosti za pčele od pesticida, uključujući i sagledavanje uticaja subletalnih doza pesticida. Klasična toksikološka istraživanja uticaja pesticida na pčele podrazumjevaju test akutne toksičnosti (OEPP/EPPO, 1992). Ovaj pristup procjeni rizika je zasnovan na jednokratnom izlaganju pčele letalnim dozama pesticida koji za cilj ima kvantificiranje odnosa doza pesticida-smrtni efekat, a što se brojčano izražava kroz srednju letalnu dozu (LD<sub>50</sub>). Naravno ovaj pristup ispitivanju djelovanja pesticida na pčele je neophodan, ali sa druge strane on nije dovoljan za ispitivanja pesticida koji imaju drugačiji put unosa u pčelu, tj. pčelinju zajednicu, drugačiji mehanizam djelovanja ili pak kod pesticida kod kojih bi unošenje malih doza pesticida u dužem vremenskom periodu moglo izazvati štetne hronične efekte na pčelama. Stoga Colin *et al.* (2004) smatraju da bi izlaganje cijelog pčelinjeg društva pesticidima, kroz test kronične toksičnosti, daleko bolje kvantificiralo učinke pesticida na pčele, a prije svega sistemskih insekticida. Da bi se potpunije sagledao uticaj pesticida na pčele i pčelinju zajednicu sprovodi se i testiranje učinka pesticida na larve pčela uzgajane in vitro (Aupinel *et al.*, 2005). Takođe u procjeni rizika neophodno je sagledati i izračunati prema preporukama European Beekeeping Coordination, pored srednje letalne doze (LD<sub>50</sub>) i srednje letalne koncentracije (LC<sub>50</sub>) za odraslu pčelu i sljedeće pokazatelje: primjenjena količina pesticida ili application rate; LD<sub>50</sub> i LC<sub>50</sub> (za larve); LD<sub>15</sub> (letalna doza 15); LC<sub>15</sub> (letalna koncentracija 15); HQ<sub>1</sub>- koeficijent opasnosti ili Hazard Quotient (HQ<sub>1</sub>=application rate/LD<sub>50</sub>); PEC- procjena (izračuni) očekivanih koncentracija, tj. izloženost ili Predicted Environmental Concentration; TER- omjer akutne toksičnosti i izloženosti ili Toxicity Exposure Ratio (TER=LD<sub>50</sub>/PEC); PNEC- predviđena koncentracija bez učinka ili Predicted No Effect Concentration; NOEC- koncentracija bez učinka ili No Observed Effect Concentration za adulte; HQ<sub>2</sub> za adulte

(PEC/NOEC); HQ<sub>3</sub> za larve (PEC /NOEC); NOEL- doza bez učinka za larve ili No Observable Effect Level i LOEC- minimalna koncentracija sa efektom ili Lowest Observed Effect Concentration za larve.

### Zaključci

Pesticidi koji se koriste u poljoprivredi predstavljaju stalan rizik u pčelarstvu, ne samo zbog toga što mogu da ugroze medonosnu pčelu i pčelinju zajednicu, već i zbog toga što mogu da kontaminiraju pčelinje proizvode. Pravilnom primjenom pesticida i poštovanjem normativa DOBRE AGRONOMSKE PRAKSE smanjuje se mogućnost da pesticid dođe u kontakt sa pčelom. U cilju zaštite pčela gajene biljke ne bi trebalo tretirati pesticidima tokom cvjetanja, a kada je pak tretiranje gajenih biljaka u fazi cvjetanja neophodno, onda ga treba obaviti u periodu od 2 sata nakon zalaska Sunca, pa do dva sata prije izlaska Sunca, a pri tome pesticide primjenjivati u propisanoj količini po tihom vremenu i spriječiti „drift“ pesticida, tj. nanošenje na susjedne parcele. Poželjno je ukloniti iz zasada korove koji trenutno cvjetaju. Bilo bi neophodno 48 sati prije tretiranja biljaka obavijestiti pčelara ili pčelarsku udrugu. Takođe pesticide ne primjenjivati iznad 25°C. Posebnu opasnost predstavljaju sistemični insekticidi i stoga je neophodno raditi na stalnom razvoju procjene rizika pesticida po pčele i pratiti savremenu legislativu u oblasti toksikologije pesticida.

### Literatura

- Atkins E.L. (1992): Injury to honey bees by poisoning. In: J.M. Graham (ed.), *The Hive and the Honey Bee*, Rev. Dadant and Sons, Hamilton, IL. 1324 p.
- Aupinel P., Fortini D., Dufour H., Taséi J.N., Michaud B. (2005). Improvement of artificial feeding in a standard in vitro method for rearing *Apis mellifera* larvae, *Bull. Insectol.* 58, 107–111.
- Claudianos C., Ranson H., Johnson R.M., Biswas S., Schuler, M.A., Berenbaum M.R., Feyereisen R., Oakeshott J.G. (2006). A deficit of detoxification enzymes: pesticide sensitivity and environmental response in the honeybee, *Insect Mol. Biol.* 15, 615–636.
- Colin M.E., Bonmatin J.M., Moineau I., Gaimon C., Brun S., Vermandere J.P. (2004). A method to quantify and analyze the foraging activity of honey bees: relevance to the sublethal effects induced by systemic insecticides, *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 47, 387–395.
- Cutler G.C., Scott-Dupree C.D. (2007): Exposure to clothianidin seed-treated canola has no long-term impact on honey bees, *J. Econ. Entomol.* 100, 765–772.
- Elbert A., Haas M., Springer B., Thielert W., Nauen R. (2008). Applied aspects of neonicotinoid uses in crop protection. *Pest Manag. Sci* 64: 1099-1110.
- EPPO- European and Mediterranean Plant Protection Organization (2001): Guidelines for the efficacy evaluation of plant protection products, in: *Hazards of pesticides to bees*, Belzunces L.P., Péliissier C., Lewis G.B. (Eds.), INRA, Paris, Colloq. No. 98, pp. 279–286.
- Girolami V., Mazzon L., Squartini A., Mori N., Marzaro M., Di Bernardo A., Greatti M., Giorio C., Tapparo A. (2009). Translocation of Neonicotinoid Insecticides From Coated Seeds to Seedling Guttation Drops: A Novel Way of Intoxication for Bees. *J. Econ. Entomol.* 102(5): 1808-1815.
- Greatti M., Sabatini A.G., Barbattini R., Rossi S., Stravisi A. (2003). Risk of environmental contamination by the active ingredient imidacloprid used for corn seed dressing. Preliminary results. *Bull. Insectol.* 56: 69-72.
- Greatti Moreno, Barbattini Renzo, Stravisi Antonella, Sabatini Anna Gloria, Ross Simona (2006). Presence of the a.i. imidacloprid on vegetation near corn fields sown with Gaucho® dressed seeds. *Bulletin of Insectology* 59 (2): 99-103.
- Jeschke P., Nauen R. (2008). Neonicotinoids- from zero to hero in insecticide chemistry, *Pest Manage. Sci.* 64,1084–1098.
- Johnson R.M., Ellis M.D., Mullin C.A., Frazier M. (2010). Pesticides and honey bee toxicity – U.S.A., *Apidologie*, 41, 312–331.
- Magalhaes L.C., Hunt T.E., Siegfried B.D. (2009). Efficacy of neonicotinoid seed treatments to reduce soybean aphid populations under field and controlled conditions in Nebraska. *J. Econ. Entomol.* 102: 187-195.
- Maienfisch P., Angst M., Brandl F., Fischer W., Hofer D., Kayser H., Kobel W., Rindlisbacher A., Senn R., Steinemann A., Widmer H. (2001). Chemistry and biology of thiamethoxam: a second generation neonicotinoid. *Pest Manag. Sci.* 57: 906-913.

## **Pesticide effect on the honey bee**

Maus C., Cure' G., Schmuck R. (2003). Safety of imidacloprid seed dressings to honey bees: a comprehensive overview and compilation of the current state of knowledge. *Bull. Insectol.* 56: 51-57.

Mullin C.A., Frazier M., Frazier J.L., Ashcraft S., Simonds R., et al. (2010): High Levels of Miticides and Agrochemicals in North American Apiaries: Implications for Honey Bee Health. *PLoS ONE* 5(3): e9754, doi:10.1371/journal.pone.0009754

OEPP/EPPO (1992) Guideline on test methods for evaluating the side effects of plant protection products on honeybees, *Bull. OEPP/EPPO* 22, 201–215.

Rortais Agnès, Arnold Gérard, Halm Marie-Pierre, Touffet-Briens Frédérique (2005). Modes of honeybees exposure to systemic insecticides: estimated amounts of contaminated pollen and nectar consumed by different categories of bees. *Apidologie* 36, 71–83.

**sa2012\_o6o8**

# Različita ishrana pčela i njen uticaj na prinos meda

Goran MIRJANIĆ<sup>1</sup>, Mića MLADENOVIĆ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište u Banja Luci, Agronomski fakultet, Bulevar vojvode Petra Bojovića 1A, 78000 Banja Luka, Bosna i Hercegovina (e-mail: goran.mirjanic@agrofabl.org)

<sup>2</sup>Sveučilište u Beogradu, Agronomski fakultet, 11000 Beograd, Srbija

## Sažetak

Eksperiment je sproveden u poljskim uslovima, na proizvodnim pčelinjim društvima i imao je za cilj da odredi adekvatnu zamjenu prirodnoj pčelinjoj hrani tokom proljećnog perioda razvoja pčelinjih društava. Kontrolnu grupu su činila pčelinja društva hranjena s medom, dok su eksperimentalne grupe bila društva hranjena sa šećernim sirupom, glukozno-fruktoznim sirupom i invert sirupima (kiselinski i enzimatski). Površina je meda bila utvrđivana mjerenjem obje površine okvira. Na početku prihrane prosječna površina meda se kretala od 26.30 dm<sup>2</sup> (šećerni sirup) do 49,40 dm<sup>2</sup> (med). Na kraju prihrane prosječna površina meda se kretala od 79,80 dm<sup>2</sup> (šećerni sirup) do 225,80 dm<sup>2</sup> (med). Utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika u poređenju količine meda u pčelinjim zajednicama hranjenih s medom i ostalim vrstama prihrane ( $p < 0.01$ ), osim kod poređenja količine meda u zajednicama hranjenih s medom i šećernim sirupom, te medom i kiselinski invert sirupom 2 (oksalna kiselina), gdje je utvrđena statistički značajna razlika ( $p < 0.05$ ).

Ključne riječi: pčelinje društvo, prinos meda, umjetna prihrana

## Different bee nutrition and its impact on honey yield

### Abstract

The experiment was conducted under field conditions, on productive colonies and was aimed to determine adequate substitution for natural bee food during period of spring colony development. The control group was fed with honey, while the experimental groups were fed with sugar syrup, glucose-fructose syrup and invert syrup. At the beginning of feed supplementation the average surface of honey ranged from 26.30 dm<sup>2</sup> (sugar syrup) to 49.40 dm<sup>2</sup> (honey). At the end of experiment the average surface of honey ranged from 79.80 dm<sup>2</sup> (sugar syrup) to 225.80 dm<sup>2</sup> (honey). High statistically significant differences were found between amounts of honey in hives fed with honey and other types of food ( $p < 0.01$ ), except for comparing the amount of honey in hives fed with honey and sugar syrup, and honey and acidic invert syrup 2 (oxalic acid), which was found statistically significant differences ( $p < 0.05$ ).

Key words: bee colonies, honey yield, artificial feeding

### Uvod

U posljednjih nekoliko godina, u prvom redu loše klimatske prilike su bitno uticale na produktivnost pčelinjih društava na prostoru jugoistočne Evrope, čime je proizvodnja meda i drugih pčelinjih proizvoda bitno smanjena, te je ovo tržište postalo veoma oskudno u pogledu sortnih vrsta meda. Kada ovaj period duže traje, neophodna je intervencija čovjeka, u smislu kvalitetne prihrane pčelinjih društava. Tome u prilog

ide i činjenica da se u intezivnoj poljoprivredi koriste monokulture, čime prehrambene potrebe pčela ne mogu biti zadovoljene na pravi način (Naug, 2009). Prema White et al. (1980) med je esencijalni ugljikohidratni materijal u kojem više od 95% otpada na šećere, kojeg većinom čine glukoza i fruktoza, kao i 22 više složenih šećera u manjim količinama. Od svih šećera, samo 7 je slatko i interesantno za pčelu (Frisch, 1934). Prema Herbertu et al. (1978) pčele hranjene s medom, invert sirupom i kukuruznim sirupom, preferirale su hranu s većim sadržajem sahara. Takođe, po Ivanovu (1995) prinos meda je bio najveći kod pčelinjih društava koja su hranjena invert sirupima, osim s invert sirupom (limunska kiselina), a sve poredeći s rafinisanom saharozom. Na osnovu istraživanja Dustmanna i sur. (1995) može se zaključiti da do razlike u spektru šećera u pčelinjoj hrani dolazi vrlo brzo po usvajanju hrane, zahvaljujući efektu enzima invertaze. Osim sastava i osobine hrane u košnici, za razvoj pčelinjih društava je bitna i količina hrane, te je utvrđena pozitivna korelacija između količine meda u pčelinjem društvu i veličine mase trodnevnih ličinki (Waller, 1972). Takođe prema Schmickl i Crailsheim, (2004) ličinke i odrasle pčele su vrlo ovisne o količini hrane u košnici, s tim da odrasle pčele moraju prilagoditi svoje skupljacke aktivnosti i aktivnost hranjenja legla, čime se razvija tzv. strategija zaštite prema odgovarajućim potrebama i kvalitetna opskrba ugljikohidratima i proteinima. Cilj istraživanja je bio da se odredi adekvatna zamjena prirodnoj hrani za pčele i uticaj iste na prinos meda, s obzirom na način proizvodnje umjetne hrane za pčele.

### Materijal i metode

Ogled je sproveden u poljskim uslovima, na proizvodnim pčelinjim društvima u proljećnom periodu 2003. godine. Samom eksperimentu je prethodila detaljna analiza trenutnog stanja pčelinjih društava u pogledu površine meda izražene u dm<sup>2</sup>, mjerenjem obje površine okvira i pri tome je ukupna vrijednost obračunata kao 100%. Ogledni pčelinjak se sastojao od 21 pčelinjeg društva, naseljenih u LR košnice, od kojih su po tri hranjena sa istom vrstom hrane. Kontrolnu grupu su činila pčelinja društva hranjena sa medom, dok su ogledna društva hranjena sa šećernim sirupom, kukuruzno-glukozno-fruktoznim sirupom i invert sirupima (kiselinski i enzimatski), po 0,5 l svako drugo veće. Omjer šećera i vode je bio u odnosu 1:1, dok je kukuruzno – glukozno – fruktozni sirup, proizveden kiselinskom preradom kukuruza, korišten u izvornom obliku i 50%-tnom rastvoru. Kiselinski invert sirupi su spravljani kiselinskom hidrolizom složenih šećera, uz upotrebu mliječne (kiselinski invert sirup 1) i oksalne kiseline (kiselinski invert sirup 2). Enzimskom hidrolizom složenih šećera proizveden je enzimski invert sirup. Sama prihrana pčelinjih društava je vršena u proljećnom periodu, u trajanju od 21 dana. Na kraju sprovedene prihrane, pristupilo se ponovnom mjerenju istih parametara i dobijeni rezultati eksperimenta su statistički obrađeni i testirani analizom varijanse Lsd testom.

### Rezultati i rasprava

Sprovedenim je istraživanjem utvrđeno, da je najveće povećanje površine meda (tablica 1) bilo kod pčelinjih društava hranjenih s medom (+176.4), dok je najmanje povećanje bilo kod pčelinjih društava hranjenih s šećernim sirupom (+53.5).

Tablica 1. Površina meda (dm<sup>2</sup>) na početku i na kraju prihrane s obzirom na vrstu prihrane

Vrsta prihrane	n	Površina meda (dm <sup>2</sup> )		
		Početak prihrane	Kraj prihrane	Razlika
Med	3	49,40	225,80	+176,40
Šećerni Sirup	3	26,30	79,80	+53,50
Frudeksmal	3	31,00	157,30	+126,30
50% Frudeksmal	3	30,40	150,50	+120,10
Kiselinski invert sirup 1	3	37,40	129,80	+92,40
Kiselinski invert sirup 2	3	31,00	31,00	+65,70
Enzimatski invert sirup	3	37,20	145,00	+107,80

Iz navedenih apsolutnih vrijednosti može se zaključiti da je svaka prihrana pčelinjih društava imala pozitivan uticaj na povećanje površine meda, uz konstataciju da je ista izvršena u proljećnom periodu, u vrijeme voćne paše, kada ima i prirodnog unosa nektara. Ovo je veoma važno zbog proljećnog intenzivnog razvoja pčelinjih društava, koje može biti usporeno lošim klimatskim prilikama i nedostatkom stimulansa za razvoj (unos nektara), čiji loš uticaj bi se mogao smanjiti adekvatnom prihranom pčelinjih društava u ovo doba godine.

Takođe, kvalitetno pripremljena hrana za pčele ima pozitivan uticaj na količinu i skladištenje hrane u košnici, gdje se posebno misli na upotrebu hemijskog procesa hidrolize složenih šećera.

Tablica 2. Vrijednosti t-testa na osnovu testa razlike parova površine meda

	Šećerni sirup	Frudeksmal	50% Frudeksmal	Kiselinski invert sirup 1	Kiselinski invert sirup 2	Enzimski invert sirup
Med	3,40 <sup>x</sup>	6,60 <sup>xx</sup>	5,22 <sup>xx</sup>	4,55 <sup>xx</sup>	3,85 <sup>x</sup>	5,01 <sup>xx</sup>

$t_{0,05}=2,57$  (<sup>x</sup>);  $t_{0,01}=4,03$  (<sup>xx</sup>)

Rezultati u tablici 2 nam ukazuju da postoji statistički značajna razlika između svih eksperimentalnih grupa u poređenju s medom, s tim da je ista statistički značajna u poređenju šećernog sirupa i kiselinski invert sirupa 2 (oksalna kiselina) s medom, dok su ostale razlike statistički vrlo značajne. To znači da umjetna hrana za pčele mora u potpunosti biti pripremljena za potrebe pčela, što je slučaj kod šećernog sirupa i ne sprovedenog procesa invertovanja u ovoj hrani za pčele. S druge strane, oksalna kiselina je veoma otrovna za pčele, te su je pčele u veoma malim količinama konzumirale, čime je i uticaj ove vrste umjetne hrane za pčele na prinos meda bio dosta umanjen. Drugim riječima, različito pripremljena hrana za pčele u periodu proljećnog razvoja pčelinjih društava različito djeluju na produktivnost istih. Hrana, koja je podvrgnuta procesu invertovanja složenih šećera, stimulatивно je djelovala na unos nektara, a kao posljedica toga je povećanje površine meda u košnicama. Statistička značajnost je nešto manja kod kiselinskog invert sirupa (oksalna kiselina), jer je ista, zbog previsoke koncentracije, štetno djelovala na zdravlje pčela, dovodeći do negativnog utjecaja na probavni trakt i bitnog skraćivanja njihova života. Pčelinja društva hranjena sa šećernim sirupom skupila su manje nektara, a sve iz razloga veće potrošnje energije i vremena, da bi preradile konzumiranu hranu. S druge strane, ishrana medom je imala najbolje efekte na produkciju meda, jer pčele nisu morale vršiti nikakvu preradu hrane, tako da su isti mogle konzumirati i djelomično skladištiti u saće.

## Zaključci

Ekonomska opravdanost uzgoja pčela se ogleda u maksimalnom iskorištavanju medonosne paše s ciljem postizanja visokih proizvodnih rezultata u smislu količine meda i ostalih pčelinjih proizvoda. Da bi se ovo postiglo, osim kvalitetne tehnike pčelarenja i povoljnih klimatskih prilika, neophodan je kvalitetan odnos čovjeka prema medonosnoj pčeli. Dobijeni rezultati istraživanja ukazuju na važnost kvalitetne pripreme hrane za pčele, pogotovo u proljetnom periodu, kada je intenzivni razvoj pčelinjih društava. Ishrana pčelinjih društava s invertovanim sirupima je imala veoma pozitivnog efekta na prinos med, dok je ishrana s šećernim sirupom imala takođe pozitivan efekat, ali u daleko manjem obimu. Ishrana pčela s medom je imala najveći uticaj na prinos meda u košnici, ali je upitno koliko je ovakva ishrana, u današnje vrijeme, poznavajući cijene meda na tržištu i čestu pojavu zaraznih pčelinjih bolesti, ekonomski opravdana i zdravstveno bezbjedna. Na taj način rezultati istraživanja dobijaju na težini i u potpunosti su primjenjivi u pčelarskoj praksi.

## Literatura

- Dustmann, J.-H., Wehling, M., Von der Ohe, W. (1995): Conversion of specific sugar solutions after their intake by honeybees, Apimondia Luzana.
- Frisch; K. V. (1934): Uber den Geschmacksihn der Bienen, Z. vergl. Physiol. 21; 1-156.
- Herbert, E. W., Shimanuki, H. (1978): "Consumption and brood rearing by caged honey bees fed pollen substitutes fortified with various sugars", J. Apic. Res. 17; 27-31.
- Ivanov, Ts., Ivanova, T. (1995): A comparative study on feeding the honeybees with various kinds of carbohydrates, Apimondia Luzana.
- Mirjanić, G. (2003): Uticaj različite ishrane na razvoj pčelinjih društava, magistarski rad, Poljoprivredni fakultet Beograd.
- Naug D. (2009): Nutritional stress due to habitat loss may explain recent honeybee colony collapses, Biol. Conserv. 142, 2369–2372.
- Schmickl T., Crailsheim K. (2004): Inner nest homeostasis in a changing environment with special emphasis on honey bee brood nursing and pollen supply, Apidologie 35, 249–263.



## **Different bee nutrition and its impact on honey yield**

Waller, G. D. (1972): Evaluating responses of honey bees to sugar solutions using an artificial flower feeder, *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 65; 857-862.

White, J. W., Doner, L. W. (1980): Honey composition and properties, In *Beekeeping in the USA*, USDA Agriculture Handbook 335; 82-91.

**sa2012\_0609**

# Kraniometrijske značajke srnjaka (*Capreolus capreolus* L.) na području Karlovačke županije

Albert OFNER<sup>1</sup>, Marijan GRUBEŠIĆ<sup>2</sup>, Krešimir KRAPINEC<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Hrvatske šume d.o.o., UŠP Karlovac, Put D. Trstenjaka 1, Karlovac, Hrvatska  
(e-mail: albert.ofner@hrsume.hr)

<sup>2</sup> Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska

## Sažetak

Cilj rada je izmjera niza elemenata lubanje i rogovlja radi dobivanja određenih parametara pomoću kojih bi se mogla odrediti ovisnost s jačinom trofeje srneće divljači. Istraživanje je provedeno u dva lovišta Karlovačke županije, a podatci su dobiveni na temelju redovitog planiranog odstrjela u jednoj lovnoj godini. Na osnovi rezultata istraživanja može se konstatirati da su elementi širine lubanje imali veći utjecaj na konačnu ocjenu trofeja od elemenata duljine lubanje.

Ključne riječi: srna obična, trofejna vrijednost, širina lubanje, duljina lubanje

## Craniometric characteristics of roe deer (*Capreolus capreolus* L.) in the area of Karlovac County

### Abstract

The aim of research was to compare elements of the skull and trophy development of roe deer. The research has been done in two hunting grounds in Karlovac County. The data have been gathered on the basis of regularly planned shooting during one hunting year. On the basis of research results it must be emphasized that there is bigger impact of breadth of the skull on trophy value compared with length of the skull.

Key words: roe deer, trophy value, breadth of the skull, length of the skull

### Uvod

Rod srna je daleko najvažnija vrsta dvopapkarske divljači u Europi, kako s gospodarskog tako i s lovačkog stajališta. Slično je i na području Hrvatske, gdje srneća divljač bilježi trend povećanja brojnog stanja, te ima status najraširenijeg i najbrojnijeg divljeg preživača.

Sadašnja saznanja o srnećoj divljači su velika, ali ne i posve dorečena. Sve je više zanimljivih spoznaja iz inače različitih prirodnih uvjeta, ali u netaknutoj prirodi. Mnoge spoznaje su u detaljima drugačija nego što je bilo uvriježeno duga desetljeća. Pokazalo se da mnoge spoznaje o srnećoj divljači ne možemo generalizirati. Unatoč tome su na tom polju još uvijek bijele mrlje, kao na primjer pitanje odnosa srneća divljač – vegetacija, genetskih osobina, utjecaj drugih životinjskih vrsta i posljedice koje donosi sve veća onečišćenost okoliša (Krže, 2000.).

Rogovlje srnjaka je u većini slučajeva slično, stupanj šesterac, ali je gotovo nemoguće naći dva identična roga. Razlog toj varijabilnosti i ovisnosti dimenzija trofeja, tj. njezinoj konačnoj ocjeni analizirani su i uspoređivani s elementima lubanje, mjereći i uspoređujući kranimetrijske značajke.

## Materijal i metode

Trofeji srnjaka prikupljeni su iz dvaju lovačkih društava u Karlovačkoj županiji.

Pri određivanju veličine uzorka limitirajući faktor bila je količina rogovlja s cijelom lubanjom i vilicom, tj. onih koji nisu bili rezani prema propisima CIC-a.

Kako je većina trofeja bila rezana prema propisima CIC-a, u istraživanju su korištene i takve trofeje, makar na njima nije bilo moguće mjeriti sve zadane parametre (Frković, 2006.).

Pri kranimetrijskoj analizi mjereni su sljedeći parametri:

1. Ukupna duljina lubanje – maksimalna udaljenost od vanjske zatiljne izbočine do kraja međučeljusne kosti.
2. Bazalna duljina lubanje – maksimalna udaljenost od zatiljnog kondila do kraja međučeljusne kosti.
3. Kondilobazna duljina lubanje – maksimalna udaljenost od zatiljnog otvora do kraja međučeljusne kosti.
4. Duljina kruna gornjih pretkutnjaka i kutnjaka – maksimalna udaljenost od početka gornjih pretkutnjaka do kraja gornjih kutnjaka.
5. Duljina gornje bezubine – udaljenost od početka gornjih pretkutnjaka do kraja sjekutične kosti.
6. Duljina lica – udaljenost od početka očnih šupljina do kraja sjekutične kosti.
7. Duljina živčane lubanje – udaljenost od vanjske zatiljne izbočine do početka očnih šupljina mjereno odozgo.
8. Duljina nosnih kostiju – udaljenost od početka do kraja nosne kosti.
9. Biorbitalna širina lubanje – maksimalna širina između očnih šupljina.
10. Interorbitalna širina lubanje – minimalna širina između očnih šupljina.
11. Postorbitalna širina lubanje – širina mjerena između dvije sljepoočne linije.
12. Zigomatična širina lubanje – širina mjerena između dva sljepoočna luka.
13. Promjer desnog rožišta – mjerena su dva unakrsna promjera.
14. Promjer lijevog rožišta – mjerena su dva unakrsna promjera.
15. Raspon tjemene kosti – udaljenost od šava na jednoj, do šava na drugoj strani tjemene kosti.
16. Maksimalni raspon dvaju nasuprotnih kutnjaka – maksimalna udaljenost dvaju nasuprotnih kutnjaka u gornjoj čeljusti.
17. Duljina donje čeljusti – udaljenost od viličnog ugla do početka donje čeljusti (vilice).
18. Duljina kruna donjih pretkutnjaka i kutnjaka – udaljenost od početka donjih pretkutnjaka do kraja donjih kutnjaka.
19. Minimalna visina donje bezubine – minimalna visina na potezu od početka sjekutića do početka donjih pretkutnjaka.
20. Visina donje čeljusti – udaljenost do viličnog ugla do krunastog izdanka vilice.
21. Visina rožišta – udaljenost od vijenca do kraja rožišta
22. Duljina nepca – udaljenost od poprečnog nepčanog šava do kraja međučeljusne kosti.
23. Visina krune – mjerena je visina krune na kutnjaku u donjoj čeljusti.

Većina mjerenja obavljena je pomičnom mjerkom (šublerom) s točnošću na 1 mm. U obrazac je uvrštena i procjena starosti odstrijeljenog srnjaka, te konačna ocjena rogovlja srnjaka.

Kako je procjena dobi problematika koja zauzima ključno mjesto u suvremenom lovnom gospodarenju (Krapinec i sur., 2009), primjenjivano je više ustaljenih metoda procjene dobi. Procjena dobi vršena je po: stupnju sraštenosti čeonih kostiju, stupnju istrošenosti zubiju, obliku ruža, visini i debljini rožišta, te razmaku između rožišta. Po stupnju sraštenosti čeonih kostiju možemo s priličnom sigurnošću utvrditi, da li je pojedino grlo divljači bilo staro ili mlado. To se osobito lijepo vidi po središnjem šavu čeonih kostiju, koji se proteže od zatiljne kosti do nosnih kostiju. Kod mladih grla je taj šav oštro izražen, ocrtava se svaka vijuga. Cijeli središnji šav uzdignut je u obliku hrpta iznad visine plohe čeonih kostiju. Porastom starosti šav sve više okoštava i vijuge postaju manje izražene (Krže, 2000.). Širenjem čela gubi se uzdignuti hrbat koji je tvorilo čeonu šav mladog grla, pa je čeonu ploha starog grla u pravilu jednoliko ravna (Stubbe, 1994). Kod gledanja oblika ruže za starije srnjake je karakteristično da su im ruže krovastog oblika, ovješene, dok su kod mladih i srednjodobnih grla visoke i debele (Hespler i Krewer, 2006.).

Visina i debljina rožišta, kako je već i spomenuto pokazuje pravilnost porastom starosti. U pravilu se visina rožišta smanjuje sa starošću, jer svakim odbacivanjem roga otpada i dio rožišta. Debljina rožišta ne pruža

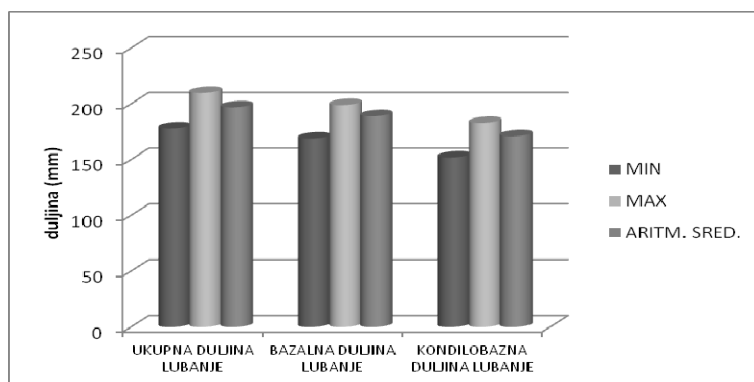
nam siguran oslonac za procjenu starosti, zbog svoje izravne ovisnosti o nasljednim svojstvima. No pravilo je da mlada grla imaju visoka, a starija kraća rožišta (Car, 1961.). Što se tiče razmaka među rožištima, također je diskutabilno postoji li uopće pravilnost povećavanja razmaka između rožišta sa starenjem (Verlag i Scaper, 1938.).

Konačna ocjena starosti dobivena je komparacijom ovih metoda sa starošću navedenom na trofejnom listu, te je kao takva uvrštena u obrazac za daljnju analizu.

## Rezultati i rasprava

Tijekom spomenutog istraživanja prikupljeno je ukupno 25 trofeja srnjaka. Kako je već prije napomenuto pojedino rogovlje je bilo rezano, pa na njemu nije bilo moguće izmjeriti elemente dužine i širine lubanje, te parametre duljina krana gornjih pretkutnjaka i kutnjaka. Pojedinom rogovlju je nedostajala donja čeljust (vilica), pa su isti uskraćeni za elemente duljine i visine donje čeljusti, minimalnu visinu donje bezubine i duljinu krana donjih pretkutnjaka i kutnjaka.

U Grafikonu 1. prikazani su elementi duljine lubanje. Prosječna ukupna duljina lubanje iznosi  $197,27 \pm 7,5$  mm, njezin minimum 178 mm, a maksimum je 210 mm. Kod bazalne duljine lubanje vrijednosti su nešto niže pa srednja vrijednost bazalne duljine lubanje iznosi  $189,85 \pm 3,9$  mm, minimum 169 mm, a maksimum 199 mm. Kondilobazna duljina lubanje je mjerena od zatiljnog otvora i tu susrećemo prosječnu duljinu od  $171,82 \pm 6,8$  mm, minimum 152, a maksimum 183 mm.



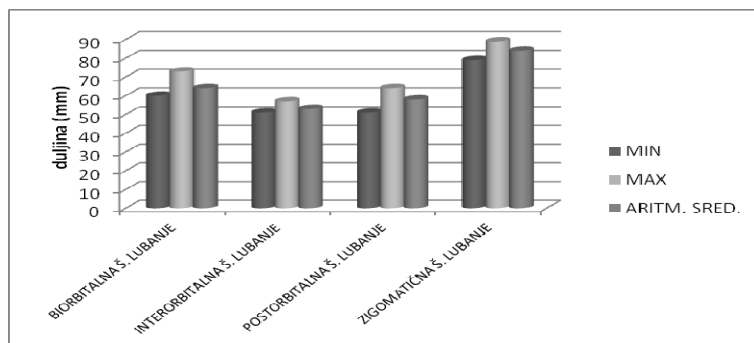
Grafikon 1. Minimalne, maksimalne i prosječne duljine lubanja

Pregled širina lubanje prikazan je u Grafikonu 2., iz koje se uočava da je srednja vrijednost biorbitalne širine lubanje  $64,05 \pm 4,4$  mm, sa minimumom 60 mm i maksimumom 73 mm. Relativno mala odstupanja susrećemo pri mjerenju interorbitalne širine lubanje, te je ta širina jedna od najmanje varijabilnih parametara u cijelom istraživanju. Vrijednosti se kreću od 51 mm za minimum, 57 mm za maksimum, pa do  $53,22 \pm 1,6$  mm, koliko iznosi aritmetička sredina interorbitalne širine lubanje. Prosječna postorbitalna širina lubanje iznosi  $58,04 \pm 2$  mm, njezin minimum je 51 mm, a maksimum 64 mm. Zigomatična širina lubanje ima minimum 79 mm, maksimum 89 mm, te srednju vrijednost  $84,59 \pm 2,2$  mm.

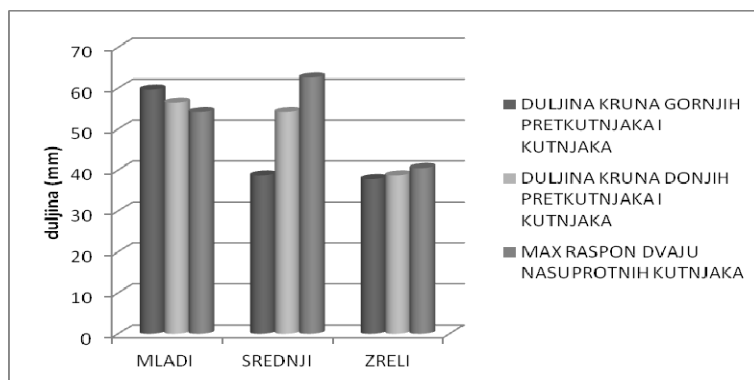
Mjerenjem je utvrđeno da svi srnjaci s trofejnom ocjenom s više od 85 CIC točaka, imaju interorbitalnu širinu lubanje  $54,5 \pm 3,7$  mm. Prosjek cijele populacije iznosi  $53,22 \pm 1,6$  mm. Istu ovisnost susrećemo i pri mjerenju postorbitalne širine lubanje gdje je prosjek "vrjednijih" srnjaka  $60,33 \pm 2,3$  mm, a cijela populacija ima prosjek postorbitalne širine lubanje  $58,04 \pm 3,2$  mm.

Grafikon 3. prikazuje kretanje duljine krana gornjih i donjih pretkutnjaka i kutnjaka i maksimalni raspon dvaju nasuprotnih kutnjaka. Duljina krana gornjih pretkutnjaka i kutnjaka ima srednju vrijednost  $57,47 \pm 2,6$  mm, za razliku od duljina krana donjih pretkutnjaka i kutnjaka koja ima srednju vrijednost  $64,84 \pm 2,8$  mm. Raspon dvaju nasuprotnih kutnjaka kretao se od 36 do 44 mm s prosjekom  $40,85 \pm 1,8$  mm. Treba naglasiti da se vrijednost tog parametra smanjivala porastom starosti, što će reći da stariji srnjaci imaju užu okluziju od mlađih. Veliko odstupanje od očekivanja dobiveno je analizom elemenata desnog i lijevog rožišta. Za očekivati je bilo da srnjaci s većim promjerom rožišta nose i jače trofeje, ali se priroda i tu malo

poigrala, te napravila nekolicinu odstupanja od pravila. Srnjak s najjačim trofejem ocjenjenim s 117,00 CIC točaka ima dva unakrsna promjera oba rožišta 21 mm, što je dosta mali promjer za takvu visoku ocjenu rogovlja. Za razliku od našeg srnjaka u medalji, srnjak s ocjenom 95,00 točaka ima promjere 21/29 mm za desno i 24/29 mm za lijevo rožište. To je dosta veliko odstupanje, te ga se može pripisati nasljednim osobinama, oštećenju rožišta ili pak činjenici da je slabiji srnjak stariji od onoga s ocjenom 117,00 točaka.



Grafikon 2 . Minimalne, maksimalne i prosječne širine lubanja.



Grafikon 3 . Duljina kruna gornjih i donjih pretkutnjaka i kutnjaka i maksimalni raspon dvaju nasuprotnih kutnjaka

Razlog tomu može biti i niz drugih činioca, za koje odgovor zna samo priroda.

Još je jedna zanimljivost otkrivena stavljanjem u odnos visinu rožišta i ocjenu trofeje. Tako je otkriveno da je visina u bliskoj vezi s ocjenom, tj. da srnjaci s jačim trofejem imaju i jaka, odnosno visoka rožišta (Šramek, 1989.).

### Zaključak

1. U uzorku su najviše zastupljeni srnjaci s slabim trofejima, te je srednja ocjena  $70,02 \pm 17,7$  CIC točaka. Samo je jedna trofeja iznad 105 točaka, tj. ocjenjena je s 117,00 točaka što zaslužuje srebrnu medalju.
2. Visina rožišta opada s povećanjem starosti jer svakim odbacivanjem roga otpadne i dio rožišta. Tako kod srnjaka u 3. godini visina rožišta iznosi 31 mm, a kod osmogodišnjeg 28 mm.
3. Povećanjem starosti smanjuje se raspon dvaju nasuprotnih kutnjaka, kod srnjaka u drugoj godini života iznosi 43,00 mm, a kod srnjaka u osmoj godini života iznosi 36,00 mm.
4. Širina lubanje ima veći utjecaj na jačinu trofeje od njezine duljine. Srnjaci s širom lubanjom su u prosjeku imali jače rogovlje od onih s natprosječnom duljinom lubanja.

5. Velik utjecaj na jačinu trofeja, na koji mogu lovci bitno utjecati, ima struktura populacije, tj. prilagođenost njezine veličine odnosno brojnog stanja jedinki mogućnostima staništa i odnos spolova pojedinih dobnih kategorija unutar populacije.

### Literatura

- Car, Z. (1961): Uzgojni odstrel srneće divljači, Lovačka knjiga, Zagreb.
- Frković, A. (2006): Priručnik za ocjenjivanje lovačkih trofeja, Hrvatski lovački savez, Zagreb.
- Hespler, B., Krewer, B. (2006): Jung oder Alt? Schalenwild Richtig Ansprechen. BLV Buchverlag GmbH & Co. KG, München.
- Krapinec, K., Konjević, D., Severin, K. (2009): Određivanje starosti punorožaca. Lovački vjesnik 7/8: 25-29.
- Krže, B. (2000): Srnjad - biologija, gojitev, ekologija. Zlatorogova knjižnica, Lovska zveza Slovenije, Ljubljana.
- Stubbe, C., Lockow, K. (1994): Alters-und Qualitätsbestimmung des erlegten Schalenwildes, Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 47-58.
- Šramek, J. Babička, C. (1989): Kraniologická šetření srnce obecného (*Capreolus capreolus*, L. 1758) v okrese Šumperk.
- Verlag, M., Schaper, H. (1938): Das Ansprechen des Rehwildes. Hannover, 8-64.

saz2012\_0610

# Krpeljivost srneće divljači na području Gorskog kotara

Krunoslav PINTUR<sup>1</sup>, Relja BECK<sup>2</sup>, Ivan BABIĆ<sup>3</sup>, Nina POPOVIĆ<sup>1</sup>, Tihomir FLORIJAČIĆ<sup>4</sup>, Krešimir KRAPINEC<sup>5</sup>, Ivica BOŠKOVIĆ<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Veleučilište u Karlovcu, Trg J.J. Strossmayera 9, 47000 Karlovac, Hrvatska  
(e- mail: krunoslav.pintur@vuka.hr)

<sup>2</sup> Hrvatski veterinarski institut, Savska cesta 143, 10000 Zagreb, Hrvatska

<sup>3</sup> Šubićeva 15, 10000 Zagreb, Hrvatska

<sup>4</sup> Sveučilište J.J. Strossmayer u Osijeku, Poljoprivredni fakultet, Trg Sv. Trojstva 3, 31000 Osijek, Hrvatska

<sup>5</sup> Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska

## Sažetak

Cilj istraživanja je utvrditi koje vrste krpelja parazitiraju na srnama na području Gorskog kotara, kao i njihovu spolnu strukturu, intenzitet invazije prema mjesecima te odabir mjesta prihvaćanja na tijelu. Istraživanje je provedeno tijekom 2008. godine na području lovišta „Lipov vrh“. Nakon redovitog odstrjela pretraženo je 20 srnjaka na prisutnost krpelja. Ukupno su determinirana 443 krpelja. Svi krpelji su pripadali vrsti *Ixodes ricinus*. Prosječan intenzitet invazije iznosio je 22,15 krpelja po grlu. Najveća brojnost krpelja dokazana je tijekom svibnja mjeseca. Udio ženki krpelja je iznosio 83%. Najveći broj krpelja bio je prihvaćen na području prepona i unutrašnjosti bedara (33 %).

Ključne riječi: krpelj, *Ixodes ricinus*, srna obična, Gorski kotar, prevalencija

## Tick infestation in roe deer from Gorski kotar area, Croatia

### Abstract

The aim of this study is determination of tick species that parasite on roe deer in the area of Gorski kotar, as well as determination of their sex structure, infestation intensity according to month and the attachment site selection. The study was conducted during 2008 in the hunting ground "Lipov vrh" on 20 shot male roe deer, which were examined on tick presence. In total 443 ticks were determined. *Ixodes ricinus* was the only tick species recorded. Average infestation intensity was 22.15 ticks per roe deer. The highest abundance of ticks was determined during the month of May. The proportion of female ticks was 83%. Most of the ticks were found attached on inguinal and inner femoral region (33%).

Key words: Tick, *Ixodes ricinus*, roe deer, Gorski kotar, prevalence

### Uvod

Srna obična (*Capreolus capreolus*) je najrasprostranjenija i najbrojnija vrsta iz porodice cervida u Republici Hrvatskoj, ali i na području središnje Europe. Ova vrsta je ujedno, radi rasprostranjenosti i načina života, jedan o najznačajnijih slobodnoživućih domaćina za adultni stadij krpelja vrste *Ixodes ricinus* na području središnje Europe, stoga njena brojnost može utjecati na populacijsku dinamiku krpelja *Ixodes ricinus* (Kiffner i sur., 2011). Krpelji kao vanjski nametnici uznemiravaju napadnute životinje, a prilikom jačih invazija mogu uzrokovati anemiju i mršavljenje (Pfäffle i sur., 2009). Poznato je da su krpelji vektori brojnih uzročnika bolesti, od humanog i veterinarskog značaja. Krpelji vrste *Ixodes ricinus* prenose slijedeće uročnike:

*Anaplasma phagocytophilum*, *Rickettsia helvetica*, *Borrelia burgdorferi*, *Babesia* sp. i virus krpeljnog meningoencefalitisa (Jongejan i Uilenberg, 2004). Cilj ovog istraživanja je utvrditi koje vrste krpelja parazitiraju na srnama na području Gorskog kotara, njihovu spolnu strukturu i intenzitet invazije prema mjesecima, kao i odrediti mjesta parazitiranja na tijelu srne.

### Materijal i metode

Istraživanje je provedeno u Gorskom Kotaru, na području lovišta VIII/119 „Lipov vrh“ koje se nalazi u Primorsko-goranskoj županiji. Ukupna površina lovišta iznosi 5860 ha. Matični fond srne obične je procijenjen na 250 grla. Krpelji su sakupljeni s kože srnjaka nakon redovitog odstrjela prema planu lovnogospodarske osnove u razdoblju od svibnja do kolovoza 2008. godine. Ovaj period uzorkovanja podudara se s prvim sezonskim maksimumom aktivnosti krpelja. Inspekcijom i palpacijom pregledana je koža cijele životinje, pri čemu su skinuti i izbrojani svi krpelji prema pojedinim područjima tijela. Naročito pažnjom su pretraženi dijelovi tijela na kojima se najčešće prihvaćaju krpelji; glava, vrat, pazuh, prsa, trbuh i ingvinalno područje (Kiffner i sur., 2011). U navedenom razdoblju analizirani su krpelji s 20 odstrijeljenih srnjaka ili 8 % procijenjene proljetne populacije. U svibnju je pretraženo 6 grla, u lipnju 9, a u srpnju 5 grla. Nakon skidanja s kože, krpelji su čuvani u 70 % alkoholu te je izvršena determinacija vrste, spola i razvojnog stadija. Identifikacija krpelja provedena je temeljem morfoloških karakteristika specifičnih za rod i vrstu (Estrada-Pena i sur., 2004). Odstrijeljeni srnjaci nisu pokazivali nikakve simptome koji bi upućivali na promijenjen zdravstveni status. Kod determinacije vrste *Ixodes ricinus* uzet je u obzir izgled tarzusa, položaj analne brazde i genitalnog otvora, izgled margine oklopa i palpa, izraženost aurikule te izgled šiljaka na 1. koksi.

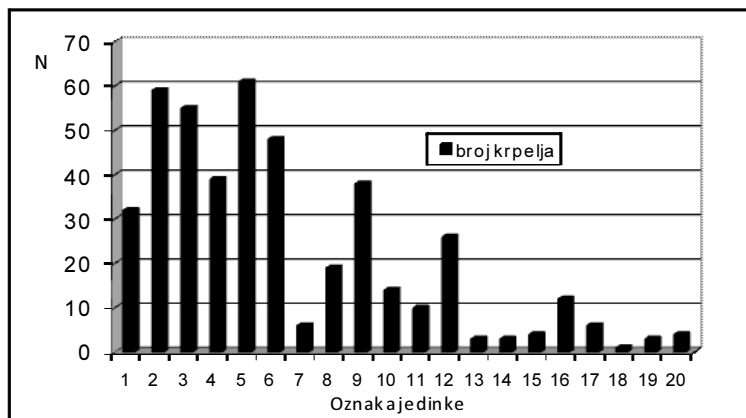
Istraživano područje nalazi se na krajnjem sjeveroistoku Gorskog kotara u okolici mjesta Lukovdol uz državnu granicu s Republikom Slovenijom. Cjelokupno područje je reljefno dosta razvedeno, visinskih raspona od 167 do 670 mnv (Anonymous, 2007). Ovo područje se prema W. Köppenu nalazi u zoni Cfb ili umjereno tople vlažne klime s toplim ljetom (Filipčić, 1998). Glavne klimatske karakteristike ovog područja su 1700 mm oborina godišnje, prosječna godišnja temperatura 8,5 °C, visoka zračna vlaga od 77 do 89% (Anonymous, 2007). Šumske površine obuhvaćaju 94%, livade 4%, a pašnjaci i oranice po 1% ukupne površine istraživanog područja (Anonymous, 2007). Od šumskih zajednica dominiraju bukovo-jelove šume (*As. Omphalodo-Fagetum*/Tregubov 1957/Marinček i sur. 1993) (Vukelić i sur., 2008).

### Rezultati i rasprava

Analizom prikupljenih krpelja s 20 odstrijeljenih srnjaka utvrđena je samo jedna vrsta krpelja, *Ixodes ricinus*. Ukupno su pregledana 443 krpelja. Krpelji su dokazani u svih odstrijeljenih i pregledanih srnjaka. Intenzitet invazije kretao se od 1-61 krpelja po grlu ili prosječno 22,15 krpelja po grlu (grafički prikaz br. 1). Proljetnu učestalost krpeljivosti srneće divljači od 100%, s učestalošću vrste *Ixodes ricinus* od 83,1%, na području SZ Španjolske utvrdili su Vazquez i sur. (2011). Manju učestalost krpeljivosti srneće divljači od 77,3% na području sjevero-istočne Italije utvrdili su Carpi i sur. (2008), pri čemu je kao i u našem istraživanju, krpeljivost uzrokovana vrstom *Ixodes ricinus*. Skotarczak i sur. (2008) i Adamska (2008) na području sjeverozapadne Poljske utvrdili su nižu prevalenciju krpelja kod srneće divljači od 44,2 %.



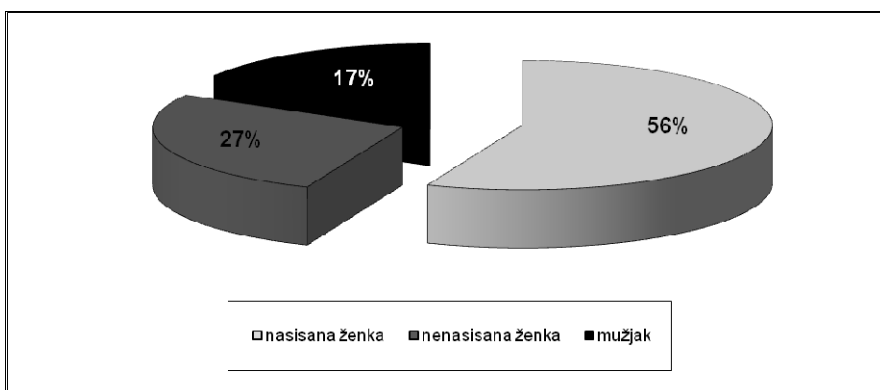
Tick infestation in roe deer from Gorski kotar area, Croatia



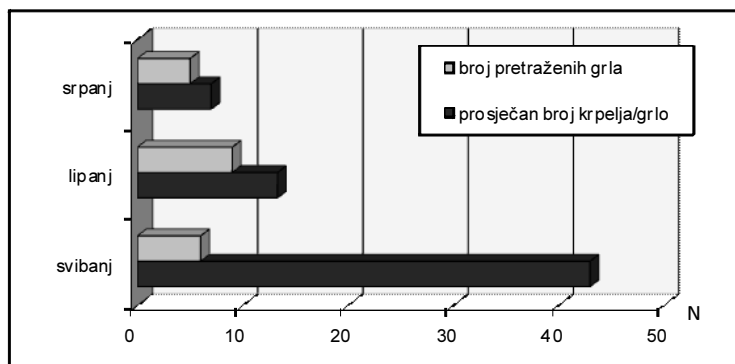
Grafički prikaz br. 1. Intenzitet invadiranosti odstrijeljenih srnjaka

Izrazito visoku invaziju krpeljima kod srneće divljači utvrdili su Tälleklint i Jaenson (1997) u Švedskoj u razdoblju od 1991.-1994. godine. Oni su kod srneće divljači utvrdili invaziju od 428-2072 krpelja po grlu, pri čemu su brojali sva tri razvojna stadija: larva, nimfa i adult, što nije bio slučaj u našem istraživanju. Najveći broj adultnih krpelja koje su navedeni autori utvrdili po grlu iznosio je 165 kom. Prosječnu invaziju od 65 krpelja po grlu srneće divljači na području Njemačke utvrdili su Vor i sur. (2010) pri čemu je 92,6% krpelja pripadalo rodu *Ixodes*, a 7,4% rodu *Dermacentor*. Gotovo identičnu prosječnu invaziju po grlu srneće divljači na području središnje Njemačke od 64,49 krpelja utvrdili su i Kiffner i sur. (2010). Kao i u našem slučaju radilo se o krpeljima vrste *Ixodes* sp.

Analizom krpelja prema spolu utvrđena je izrazita dominacija ženki (83%), od čega ih je 65% bilo nasisano krvlju. Broj nasisanih ženki po grlu kretao se od 1-35 kom. Udio mužjaka u ukupnom broju krpelja iznosio je 17%. Na 50% pretraženih srnjaka nije utvrđen niti jedan mužjak, a najviše ih je na jednom grlu utvrđeno 12 kom.



Grafički prikaz br. 2. Spolna struktura ukupno analiziranih krpelja



Grafički prikaz br. 3. Invadiranost grla srneće divljači prema mjesecima

Ovakva učestalost mužjaka je u suglasju s rezultatima istraživanja koje su na području Poljske proveli Skotarczak i sur. (2008), a na području Njemačke Kiffner i sur. (2010) i Vor i sur. (2010).

U grafičkom prikazu br. 3 vidljivo je da je najveća invazija krpeljima zabilježena tijekom svibnja mjeseca. U svibnju su prosječno po grlu utvrđena 43 krpelja. Radi porasta temperature očit je pad invazije tijekom lipnja mjeseca (13,3 krpelja po odstrijeljenom grlu), što je naročito izraženo u mjesecu srpnju. Prosječan broj krpelja po grlu u srpnju, iznosio je svega 7 krpelja, pri čemu u tom razdoblju na grlima nisu pronađeni mužjaci. Ovako visok stupanj invazije srna tijekom mjeseca svibnja dokazali su na području Njemačke Vor i sur. (2010).

Analizom područja tijela na kojima su krpelji bili najčešće pričvršćeni razvidno je da je za prihvaćanje krpelja kod srneće divljači najpogodnije područje prepona i unutrašnjosti bedara (33 %), zatim područje prsa i pazuha (28 %). Na području vrata pronađeno je 20 %, a na području glave 16 % krpelja. Najmanje krpelja utvrđeno je na području leđa (4%) (tablica br. 1). Ovakvu distribuciju krpelja prema područjima tijela možemo povezati s mekoćom kože na području kožnih pregiba, ali i izloženošću pojedinih dijelova tijela krpeljima prilikom kretanja kroz obrasla područja. Kiffner i sur. (2010) utvrdili su najveći broj pričvršćenih krpelja na području glave (47,28%) i vrata (13,29%).

Tablica br. 1 Zastupljenost krpelja prema dijelovima tijela

Dio tijela	Broj krpelja	(%)
područje glave	63	16
područje vrata	82	20
područje prsa/područje pazuha	111	28
područje leđa	17	4
područje prepona/unutrašnjosti bedara	128	32

## Zaključak

*Ixodes ricinus* je najučestaliji krpelj u Europi i dobro je prilagođen hladnijim područjima kao i višim nadmorskim visinama. Rezultati ovog istraživanja pokazali su visok stupanj invadiranosti srneće divljači krpeljom *I. ricinus* na području Gorskog kotara. Ovi rezultati potvrđuju važnost srneće divljači kao slobodnoživućeg domaćina adultima krpelja *I. ricinus*. Istraživanje je potrebno nastaviti i proširiti na druga područja kako bi se utvrdio značaj krpelja i divljači kao potencijalnih vektora i rezervoara brojnih mikroorganizama za ljude i domaće životinje.

## Literatura

- Adamska M. (2008): Infestation of game animals from north-western Poland by common tick (*Ixodes ricinus*). *Wiad.Parazytol.*, 54 (1): 31-6.
- Anonymous (2007): Lovnogospodarska osnova za zajedničko otvoreno lovište broj VIII/119 „Lipov vrh“ vrijedi od 01.04.2007. do 31.03.2017. godine.
- Carpi G., Cagnacci F., Neteler M., Rizzolia A.(2008): Tick infestation on roe deer in relation to geographic and remotely sensed climatic variables in a tick – borne encephalitis endemic area. *Epidemiol.Infect.*, 136, 1416-1424.
- Estrada-Pena A., Bouattour A., Camacis J.L., Walkera A.R. (2004): Ticks of domestic animals in the Mediterranean region. University of Zaragoza, Spain, str. 18-110.
- Filipčić, A. (1998). Klimatska regionalizacija Hrvatske po Köppenu za standardno razdoblje 1961.-1990. u odnosu na razdoblje 1931.-1960. *Acta Geographica Croatica*, 34: 1-15.
- Jongejan F., Uilenberg G. (2004): The global importance of ticks. *Parasitology*, 124: S3-S14.
- Kiffner C., Lödige C., Alings M., Vor T., Rühle F. (2010): Abundance estimation of *Ixodes* ticks (Acari:Ixodidae) on roe deer (*Capreolus capreolus*).*Exp.Appl.Acarol.*, 52(1): 73-84.
- Kiffner C., Lödige C., Alings M., Vor T., Rühle F. (2011): Attachment site selection of ticks on roe deer, *Capreolus capreolus*.*Exp.Appl.Acarol.*, 53(1): 79-94.
- Pfäffle M., Petney T., Eglas M., Skubulla J., Taraschewski H. (2009): Tick induced blood loss leads to regenerative anaemia in the European hedgehog (*Erinaceus europaeus*). *Parasitology*, 136: 443-452.
- Skotarczak B., Adamska M., Sawczuk M., Maciejewska A., Wodecka B., Rymaszewska A.(2008): Coexistence of tick-borne pathogens in game animals and tick western Poland. *Veterinarni Medicina*, 53(12); 668-675.

## Tick infestation in roe deer from Gorski kotar area, Croatia

- Tälleklint L., Jaenson T.G.T. (1997): Infestation of mammals by *Ixodes ricinus* ticks (Acari: Ixodidae) in south-central Sweden. *Environmental & Applied Acarology*, 21, 755-771.
- Vazquez L., Panadero R., Dacal V., Pato FJ., Lopez C., Diaz P., Arias MS., Fernandez G., Diez-Banos P., Morrondo P. (2011): Tick infestation (Acari:Ixodidae) in roe deer (*Capreolus capreolus*) from northwestern Spain: population dynamics and risk stratification. *Exp. Appl. Acarol.*, 53 (4):399-409.
- Vor T., Kiffner C., Hagedorn P., Niedrig M., Rühle F. (2010): Tick burden on European roe deer (*Capreolus capreolus*). *Exp. Appl. Acarol.*, 51 (4):405-417.
- Vukelić J., Mikac S., Baričević D., Bakšić D., Rosavec R. (2008): Šumska staništa i šumske zajednice u Hrvatskoj. Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.

sa2012\_0611

# Predacija nad divljim parnoprstašima u lovištu "Smrekova draga" u razdoblju od 2008. do 2010. godine

Vedran SLIJEPČEVIĆ<sup>1</sup>, Dario JUKIĆ<sup>2</sup>, Krunoslav PINTUR<sup>1</sup>, Dario MAJNARIĆ<sup>2</sup>,  
Miroslava JAUKE<sup>2</sup>, Damir PROKOPOVIĆ<sup>2</sup>, Davorin ANDRIJAŠEVIĆ<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Odjel lovstva i zaštite prirode, Veleučilište u Karlovcu, Trg J. J. Strossmayera 9, 47 000 Karlovac, Hrvatska  
(e-mail: vedran.slijepcevic@vuka.hr)

<sup>2</sup> Hrvatske šume d.o.o., Supilova 32, 51300 Delnice, Hrvatska

<sup>3</sup> Hrvatske šume d.o.o., Put Davorina Trstenjaka 1, 47000 Karlovac, Hrvatska

## Sažetak

Stradavanje divljači uobičajena je pojava, posebice u lovištima u kojima obitavaju krupni predatori. Sustavnim prikupljanjem podataka od 2008. do 2010. godine na području lovišta „Smrekova draga“ zabilježeno je 59 slučajeva stradavanja parnoprstaša (jelen obični, srna obična i divlja svinja). Od toga 39 (66 %) jedinki stradalo je od krupnih predatora, 1 (2 %) jedinka je stradala od pasa lotalica, a u 19 (32 %) slučajeva nije bilo moguće utvrditi uzrok smrti. Najznačajnija predacija zabilježena je od strane sivog vuka (92 %). Znatno manje od strane euroazijskog risa (8 %), dok predacija medvjeda nije zabilježena.

Ključne riječi: krupni predatori, divlji parnoprstaši, predacija, Smrekova draga

## Wild ungulate predation in „Smrekova draga“ hunting ground between 2008 and 2010

### Abstract

Wild game mortality is a regular occurrence, especially in hunting grounds that are also inhabited by large predators. By systematic gathering of data between 2008 and 2010, on the area of „Smrekova draga“ hunting ground, 59 wild ungulate (Red deer, Roe deer, Wild boar) death cases were recorded. 39 (61 %) were caused by large predators, 1 (2 %) was caused by stray dogs and 19 (32 %) was of unknown cause. Most significant predation by large predators was caused by Grey wolf (92 %). The rest was caused by Eurasian lynx (8 %) while brown bear predation was not recorded.

Key words: large predator, wild ungulates, predation, Smrekova draga

### Uvod

Gorska lovišta posjeduju neke značajke koje ih čine bitno drugačijima od nizinskih lovišta. Šumske zajednice bukve i jele čine Gorski kotar najšumovitijim dijelom Hrvatske. Zbog velike nadmorske visine, u većem dijelu Gorskog kotara snijeg se zadržava cijelu zimu i dio proljeća, prije svega zahvaljujući prosječnoj godišnjoj temperaturi od 7 °C (Majnarić, 2009.). Poljoprivreda se zbog toga u toj regiji svodi na ekstenzivan oblik, a površine nekad korištene i održavane kao livade i pašnjaci za stoku sukcesijom prelaze u šume. Kao posljedica sukcesije, preostalo je vrlo malo travnatih površina za ispašu, što se vjerojatno odrazilo i na brojnost jelenske, ali i drugih vrsta divljači. Uz niske temperature, dubok snijeg i manjak hrane, divljač se u

Gorskom kotaru, za razliku od nizinskih dijelova Hrvatske, suočava i s tri krupna predatora Europe – sivim vukom (*Canis lupus*), euroazijskim risom (*Lynx lynx*) te smeđim medvjedom (*Ursus arctos*). Sva tri predatora prisutna su na ovim prostorima od davnina, s iznimkom euroazijskog risa koji je 1903. godine istrijebljen, a 1973. reintrodudiran (Firšt i sur., 2005.). Vuk ima značajan utjecaj na populaciju parnoprstaša, poglavito jelena običnog (*Cervus elaphus*). Prema dosadašnjim istraživanjima selekcije plijena u Poljskoj, najčešći plijen vuka je jelen obični (Jedrzejewski i sur., 2000.; Glowacinski i Profus, 1997.), dok u srednjoj Europi ris preferira predaciju na srnama običnim - *Capreolus capreolus* i divokozama – *Rupicapra rupicapra* (Breitenmoser i Haller, 1993.; 1997., Jobin i sur., 2000.; Molinari-Jobin i sur., 2002.; Rajković i sur., 2000.; Skuterud i sur., 2005.; Molinari i sur., 2002.). Nesumnjivo je kako se prisutnost predatora bitno odražava na brojnost i strukturu populacija plijena što za sobom povlači potrebu za oprezom prilikom zahvata u populaciju tih vrsta, ali nerijetko i potrebu za regulacijom broja predatora. Stoga je cilj ovog rada utvrditi najznačajnije uzroke stradavanja parnoprstaša na području državnog lovišta br. VIII/21 "SMREKOVA DRAGA" u razdoblju od 2008. do 2010. godine, prema vrsti, dobnoj i spolnoj kategoriji.

### Materijal i metode

Istraživanje je provedeno na području državnog otvorenog lovišta br. VIII/21 "SMREKOVA DRAGA". Ukupna površina lovišta iznosi 18 098 ha. Glavnina lovišta "SMREKOVA DRAGA" leži između 800 i 1 100 metara nad morem te ima obilježje gorskog lovišta. Šume zauzimaju 88 % površine lovišta, a od poljoprivrednih kultura zastupljeni su isključivo travnjaci. Od parnoprstaša lovište nastanjuje u matičnom fondu od oko 280 grla jelen obični (*Cervus elaphus*), 150 grla srna obična (*Capreolus capreolus*) te oko 50 grla divlja svinja (*Sus scrofa*) (Majnarić, 2006.).

Na području istraživanja znanstveno je dokumentirana prisutnost sva tri krupna predatora. Uz vuka i risa koji su strogo zaštićeni, u lovištu je procijenjena brojnost smeđeg medvjeda od oko 40 grla (Majnarić, 2006.). Ovom vrstom se gospodari prema Planu upravljanja smeđim medvjedom u Hrvatskoj.

Podaci o stradavanju parnoprstaša prikupljeni su iz zapisnika o šteti na divljači koji su sustavno vođeni dvije lovne godine: 2008./2009. i 2009./2010. Ostaci plijena su pronađeni slučajnim pronalaskom, praćenjem tragova u snijegu te pomoću telemetrijskog praćenja vukova, jelena i srna na području lovišta. Vrsta predatora koja je usmrtila plijen je određena na licu mjesta od strane stručnih osoba na temelju tragova na samom plijenu i u njegovoj neposrednoj blizini. U određenom broju slučajeva zbog starosti lešine i stupnja konzumacije nije bilo moguće odrediti vrstu predatora. Lešine uginulih parnoprstaša, ukoliko nije bila zabilježena predacija, analizirane su na Veterinarskom fakultetu u Zagrebu s ciljem utvrđivanja uzroka uginuća, no zbog starosti lešina nisu određeni točni uzroci uginuća.

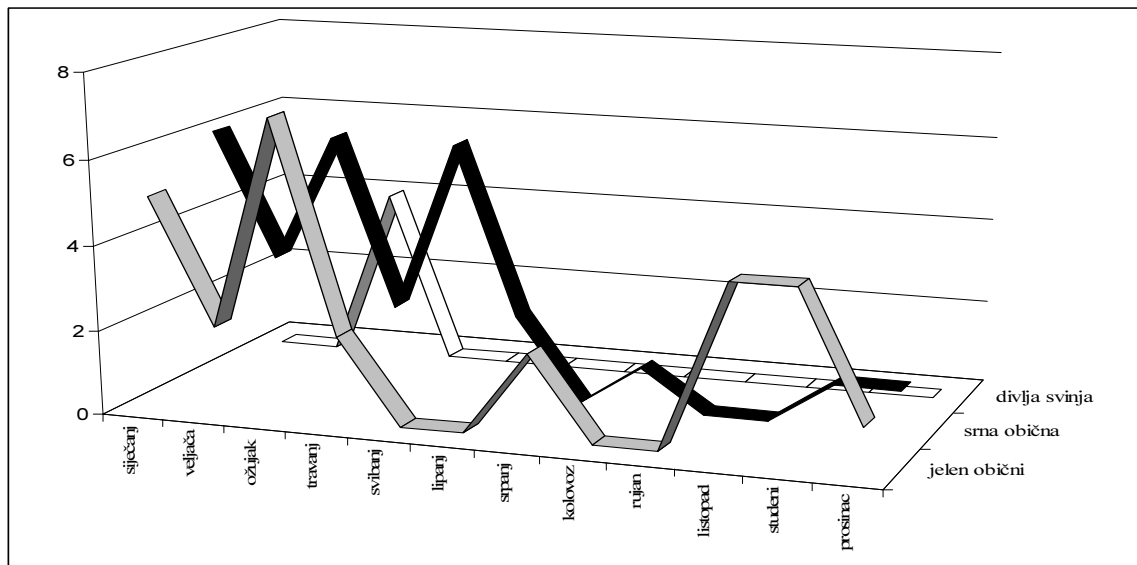
### Rezultati i rasprava

U vremenskom razdoblju od 2008. do 2010. godine u lovištu VIII/21 „Smrekova draga“ dokumentirano je ukupno 59 slučajeva stradavanja parnoprstaša. Zbog velike površine lovišta i kompleksnog reljefa velika je vjerojatnost da jedan dio stradalih životinja nije zabilježen. Od zabilježenih 59 slučajeva stradavanja parnoprstaša, 39 (66 %) je uzrokovano krupnim predatorima, u 1 (2 %) slučaju zabilježeno je stradavanje od strane pasa lutilica, a u 19 (32 %) slučajeva nije bilo moguće odrediti uzrok stradavanja. Od parnoprstaša stradalih prilikom predacije krupnih predatora, u 92 % slučajeva uzrok je bio sivi vuk, u 8 % slučajeva euroazijski ris dok predacija od strane medvjeda nije zabilježena.

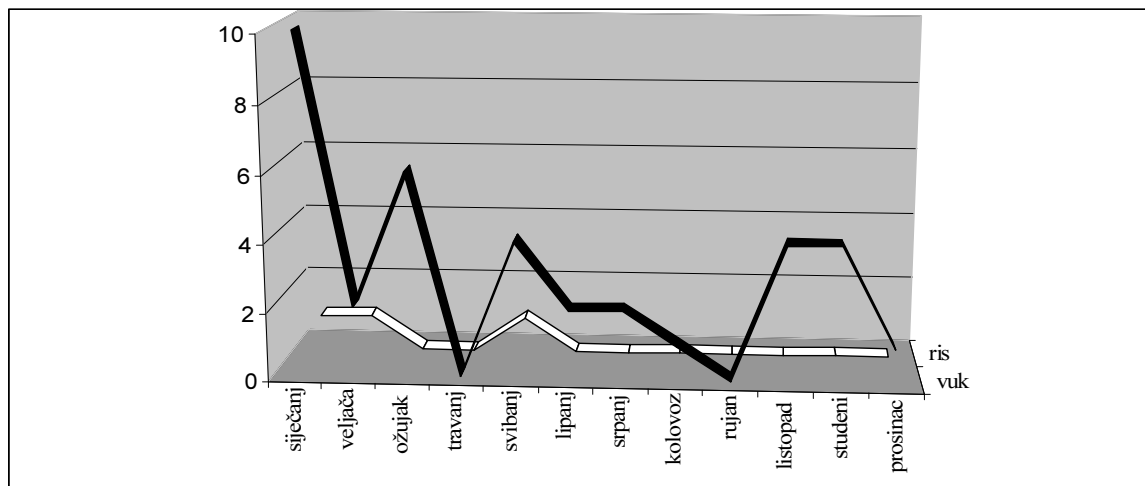
Godišnja dinamika stradavanja prema vrsti parnoprstaša prikazuje da oni stradavaju od predatora tijekom cijele godine, iako je najveći broj stradavanja zabilježen tijekom zime i proljeća. (Grafikon 1, Grafikon 2).

U navedenom razdoblju utvrdili smo podjednako stradavanje jelenske i srneće divljači, dok je stradavanje divlje svinje utvrđeno samo tijekom ožujka 2010. godine. Od toga niti u jednom slučaju stradavanja divlje svinje nije zabilježen kao uzrok predacija. Prema istraživanjima u Poljskoj koje je provela Nowak s grupom suradnika (2011.), divlja svinja čini čak 22,6 % ukupne prehrane vuka. Jedrzejewski i suradnici (2000.) su ustanovili 13,5 % udjela divlje svinje u prehrani vuka. Vjerojatno je da se vuk tek u nedostatku drugog, manje opasnog plijena, odlučuje na predaciju divlje svinje.

Predacija kao uzrok smrtnosti jelena običnog utvrđena je u 63 % slučajeva, a srne obične u 78 % slučajeva. Svi slučajevi predacije jelena običnog uzrokovani su vukom, dok je kod srne obične u 86 % slučajeva uzrok bio vuk, a u 14 % slučajeva ris.



Grafikon 1. Godišnja dinamika stradavanja divljih parnoprstaša prema vrsti



Grafikon 2. Godišnja dinamika stradavanja divljih parnoprstaša prema vrsti predatora

Analizom spola utvrdili smo da je udio ženku u ukupnom broju stradale divljači visokih 81 %, pri čemu je udio jedinki ženskog spola jelena običnog 70 %, a srne obične 96 %. Predacija vukova nad ženkama jelena običnog iznosila je 65 %, a srne obične 95 %. Od 3 srne stradale od risa, sve tri su bile ženke. Prema dosadašnjim istraživanjima u Sloveniji koje je proveo Krofel (2006.), udio mužjaka i ženki srne obične u ishrani risa je podjednak. Zbog malog broja uzoraka pretpostavljamo da naši podaci za risa nisu značajni.

Jedrzejewski i suradnici (2000.) na području Poljske također su utvrdili da vukovi češće love jedinke ženskog spola, pri čemu je udio odraslih mužjaka jelena običnog u njihovom plijenu iznosio 13 %, košuta 36 %, a juvenilnih jedinki 51 %. Ukoliko kategoriziramo stradale jedinke jelena običnog na isti način dobit ćemo gotovo identičan rezultat (12 % mužjaci, 35 % košute te 59 % juvenilna grla). Pod juvenilnim grlima ovdje podrazumjevamo grla iz razreda mladunčadi i pomladka.

Tablica 1. Stradavanje jelena običnog u razdoblju od 2008. do 2010. godine

dob	mladunčad		pomladak		mlada		srednjedobna		zrela		ukupno	
	m	ž	m	ž	m	ž	m	ž	m	ž	m	ž
N	3	7	3	1	2	3	0	1	0	7	8	19
krup. predatori	3	5	2	0	1	2	0	1	0	3	6	11
vuk	3	5	2	0	1	2	0	1	0	3	6	11
nepoznat uzrok	0	1	1	1	1	1	0	0	0	4	2	7
psi lualice	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
ukupno	10		4		5		1		7		27	

Tablica 2. Stradavanje srne obične u razdoblju od 2008. do 2010. godine

dob	mladunčad		pomladak		mlada		srednjedobna		zrela		ukupno	
	m	ž	m	ž	m	ž	m	ž	m	ž	m	ž
krup. predatori	1	2	-	4	-	4	-	1	-	10	1	21
vuk	1	2	-	4	-	2	-	1	-	9	1	18
ris	-	-	-	-	-	2	-	-	-	1	-	3
nepoznat uzrok	-	1	-	1	-	-	-	-	-	4	-	6
ukupno	4		5		4		1		14		28	

Tablica 3. Stradavanje divlje svinje u razdoblju od 2008. do 2010. godine

dob	mladunčad		pomladak		mlada		srednjedobna		zrela		ukupno	
	m	ž	m	ž	m	ž	m	ž	m	ž	m	ž
nepoznat uzrok	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	2	2
ukupno	2		2		-		-		-		4	

Ista skupina autora utvrdila je češću predaciju vukova na ženjkama (64 %) nego na mužjacima (15 %) srne obične, dok su juvenilne životinje u njihovom plijenu bile zastupljene s 21 % (Jedrzejewski i sur., 2000.). Analizom srna stradalih od vuka na isti način kao Jedrzejewski i suradnici, došli smo do podatka od 64 % predacije nad odraslim ženjkama, 36 % nad juvenilnim životinjama, dok predaciju nad odraslim mužjacima nismo zabilježili. Dakle, ponovno vrlo slični podaci onima u Poljskoj.

Zbog velike razlike u predaciji nad mužjacima i ženjkama srne, vjerojatno se s razlogom možemo zapitati kakva je zapravo spolna struktura divljači u istraženom lovištu. Predacija risa nad jelenskom divljači nije zabilježena, dok je nad srnećom divljači iznosila svega 10,7% ukupne dokumentirane smrtnosti. Vjerojatno je da dio srna stradalih od risa nije dokumentiran, između ostalog i zbog kleptoparazitizma drugih vrsta, prije svega medvjeda i lisice. Nisu rijetki slučajevi kada medvjed u potpunosti pojede plijen risa (Krofel, 2006.).

## Zaključak

U okviru ovog istraživanja došli smo do zaključka da je u dvije lovne godine: 2008/2009 i 2009/2010 glavni uzrok smrti divljih parnoprstaša bio sivi vuk. Ris je imao vrlo malen udio u dokumentiranim stradanjima, najvjerojatnije zato što je plijen koji je ulovio ris vrlo teško otkriti, ali i zbog prisutnosti kleptoparazita koji su u potpunosti konzumirali plijen. Predacija medvjeda nad divljim parnoprstašima nije dokumentirana. Stradavanje parnoprstaša je bilo učestalije preko zime i u rano proljeće, najvjerojatnije zbog iscrpljenosti i okolišnih čimbenika. U većem dijelu se naši rezultati poklapaju s onima iz istraživanja iz Poljske i Slovenije, s izuzetkom omjera spolova stradale srneće divljači što ukazuje na moguć narušen omjer spolova u korist ženki u istraživanom lovištu. Ukoliko se naknadno ustanovi da omjer spolova srneće divljači u lovištu nije narušen i da postoji velik afinitet predatora prema srnama ženskog spola, bit će potrebno reducirati odstrjel ženki kako bi se zadržao poželjan omjer spolova (1:1).

## Literatura

- Breitenmoser, U.; Haller, H.; 1993: Patterns of predation by reintroduced European lynx in the Swiss Alps. *J Wildl Manage*, 55:730–737.

- Firšt, B., Frković, A., Gomerčić, T., Huber, Đ., Kos, I.; Kovačić, D., Kusak, J., Majić-Skrbinšek, A., Spudić, D., Starčević, M., Štahan, Ž., Štrbenac, A. (2005). Plan upravljanja risom u Hrvatskoj. Ministarstvo kulture RH. Monografija.
- Głowacinski, Z., Profus, P. (1997). Potential impact of wolves *Canis lupus* on prey populations in eastern Poland. *Biological conservation* 80, 99-106.
- Jedrzejewski, W., Jedrzejewski, B., Okarma, H., Schmidt, K., Zub K., Musiani, M. (2000). Prey selection and predation by wolves in Bialowieza Primeval Forest. *Poli. Journal of Mammalogy* 81, 197-212.
- Jobin, A.; Molinari, P.; Breitenmoser, U., 2000: Prey spectrum prey preference and consumption rates of Eurasian lynx in the Swiss Jura Mountains. *Acta Theriol* 45:243–252.
- Krofel, M. (2006). Plenjenje in prehranjevanje evrazijskega risa (*Lynx lynx*) na območju dinarskega krasa v Sloveniji. Diplomski rad. Oddelek za biologijo, Univerza v Ljubljani, Ljubljana
- Majnarić, D. (2006). Lovnogospodarska osnova za otvoreno državno lovište VIII/21 "Smrekova draga", "Hrvatske šume" U.Š.P. Delnice, Delnice.
- Molinari, J. A., Molnari, Breitenmoser – Wursten, P., Breitenmoser, U. (2002). Significance of lynx (*Lynx lynx*) predation for roe deer (*Capreolus capreolus*) and chamois (*Rupicapra rupicapra*) mortality in the Swis Jura Mountains. *Wildlife Biology* 8, 109-115.
- Nowak, S., Myslajek, R. W., Klosinska, A., Gabrys, G. (2011). Diet and prey selection of wolves (*Canis lupus*) recolonising Western and Central Poland. *Mammalian Biology* 76, 709-715.
- Rajković, J., Čop, J., Kozarić, Z., Huber, Đ. (2000). Analiza prehrane risa u Hrvatskoj i Sloveniji. Hrvatski bioloski kongres. Zbornik radova, 312-313.
- Skuterud, L., Gaare, E., Kvam, T., Hove, K., Steinnes E. (2005). Concentrations of <sup>137</sup>Cs in lynx (*Lynx lynx*) in relation to prey choice. *J. Environ. Radioactivity* 80, 125–138

sa2012\_0612



# Botaničko porijeklo meda Požeške kotline

Edita ŠTEFANIĆ<sup>1</sup>, Dinko ZIMA<sup>2</sup>, Sanda RAŠIĆ<sup>1</sup>, Višnja RADOVIĆ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Sveučilište J.J.Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet, Trg Svetog Trojstva 3, 31000 Osijek, Hrvatska

<sup>2</sup> Veleučilište u Požegi, Vukovarska 17, 34000 Požega,  
(e-mail: dzima@vup.hr)

## Sažetak

Melisopalinološkom analizom 14 uzoraka meda dobivenih direktno od pčelara Požeške kotline utvrđen je peludni spektar koji ukazuje da botaničko porijeklo analiziranih uzoraka meda potječe od 59 biljnih svojti svrstanih u 30 porodica. Najzastupljenija su peludna zrnca porodica *Asteraceae* (12), *Rosaceae* (6) i *Fabaceae* (4). U najvećem broju uzoraka prisutna je pelud svojti: *Brassica* spp. (13), *Fraxinus* spp. (13), *Castanea sativa* (12) i *Robinia pseudoacacia* (10). Prema botaničkom porijeklu (peludnom spektru) istraživanih vrsta meda utvrđen je jedan monoflorni kestenov med, tri monoflorna bagremova meda, te sedam poliflornih vrsta meda sa značajnim udjelom peludi svojte *Castanea sativa* i tri s peludi svojte *Brassica* spp.

Ključne riječi: Požeška kotlina, med, melisopalinološka analiza

## Botanical origin of honey Pozega Valley

### Abstract

In pollen analysis of 14 honey samples provided directly from beekeepers of Pozega valley a diverse pollen spectrum was found. The qualitative melissopalynological analysis of the samples showed the presence of 59 different pollen types, belonging to 30 families. The families that were present in the highest number of samples were *Asteraceae* (12), *Rosaceae* (6) and *Fabaceae* (4). The pollen type that appeared in most samples were *Brassica* spp. (13), *Fraxinus* spp. (13), *Castanea sativa* (12) and *Robinia pseudoacacia* (10). According to their pollen spectra, 4 were considered monofloral and 10 multifloral.

Key words: Pozega valley, honey, melissopalynological analysis

### Uvod

Melisopalinološka analiza od izuzetne je važnosti za kontrolu kakvoće meda. Ona omogućava determinaciju i kontrolu geografskog i botaničkog porijekla meda, a predložena je od strane International Commission for Bee Botany (ICBB) (Louveaux i sur. 1978).

Melisopalinološke analize predmet su mnogobrojnih istraživanja i doprinose boljem poznavanju pčelinjih paša određenog kraja (Terrab i sur. 2001, La-Serna Ramos i sur., 2002, Silici i Gokceoglu, 2007). Na različitim staništima i lokalitetima kontinentalne Hrvatske možemo razlikovati različite pčelinje paše i to: peludnu pašu, voćno-vrbovu pašu, pašu uljane repice, bagremovu pašu, pašu amorfe, pašu nizinskih livada, pašu pitomog kestena, lipovu pašu, šumsku pašu, pašu brdskih livada, pašu zlatošipke, pašu suncokreta, pašu metvice i drijenka, te pašu medljike na hrastu (Bučar, 2008). Ilijanić (1977) navodi da je veliko bogatstvo flore i vegetacije Požeške kotline odraz specifičnog biljnogeografskog položaja, gdje su jasno izraženi utjecaji nekoliko različitih flornih i vegetacijskih područja i to Panonske nizine, mediterana i submediterana, te utjecaji Srednje Europe. To je jedan od razloga što je do sada na ovom području zabilježeno 1467 (Tomašević, 1998), a naknadno još 115 biljnih svojti (Tomašević, 2006) od kojih su mnoge medonosne i pridonose bogatstvu peludnog spektra vrstama meda ovoga kraja.

## Materijali i metode

Uzorci meda za peludnu analizu dobiveni su direktno od pčelara Požeške kotline. Na prikupljenim je uzorcima izvršena kvalitativna melisopalinološka analiza. Tri mikroskopska preparata pripremljena su od svakog uzorka prema standardnoj proceduri. Mikroskopiranje je izvršeno na svjetlosnom mikroskopu Olympus BX 41 pri povećanju od 400 puta. Determinacija peludnih zrnaca izvršena je prema Bucher i sur. (2004) i von der Ohe (2003), a također i usporedbom s referentnim preparatima iz kolekcije Melisopalinološkog laboratorija Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku. Korištena je botanička nomenklatura prema Flora Croatica (Nikolić, 1994-2000).

Rezultati su predstavljani u pet kategorija (Louveaux i sur. 1978): prevladavajuća pelud (D:  $\geq 45\%$ ), prateća pelud (S: 16-45%), sporedna pelud (I: 3-15%), rijetka pelud (m: 1-3%) i pelud u tragovima (p:  $\leq 1\%$ ).

Monoflorni status meda odnosi se na prisutnost peludi pojedine svojte većem od 45% u odnosu na ukupni spektar (Louveaux i sur. 1978), uz iznimke za pelud pitomog kestena (*Castanea sativa*) i uljane repice (*Brassicnapus* var. *oleifera*) gdje je potrebno izbrojati 85% odnosno 60% peludnih zrnaca u netopivom sedimentu, ili za pelud bagrema (*Robinia pseudoacacia*) svega 20%.

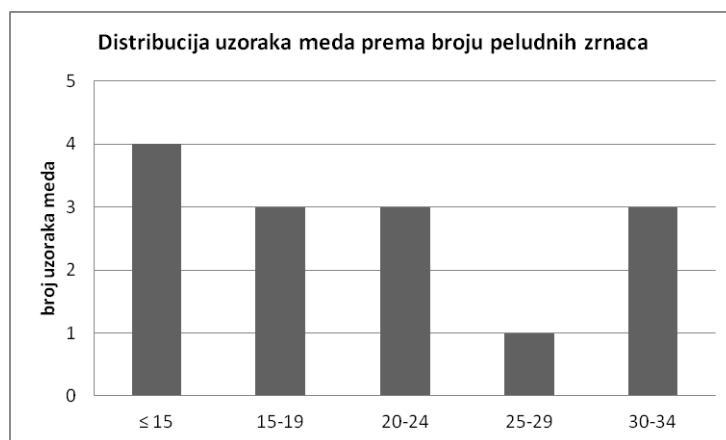
## Rezultati i rasprava

Mikroskopskom analizom meda utvrđena je prisutnost peludnih zrnaca 59 biljnih svojti (tablica 1.). Pelud determiniranih biljaka u potpunosti pripada flori istraživanog područja (Tomašević, 1998, 2006). Determinirana pelud razvrstana je u 30 porodica. Najzastupljenije među njima su porodice *Asteraceae* (12 svojti), *Rosaceae* (6 svojti), *Fabaceae* (4 svojti), *Fagaceae*, *Apiaceae* i *Oleaceae* (3 svojti), *Brassicaceae*, *Poaceae*, *Polygonaceae* i *Salicaceae* (2 svojti), dok su ostale porodice predstavljene samo jednom biljnom svojtom.

Pelud svojti *Brassica* spp. i *Fraxinus* spp. zabilježena je u 13 od 14 uzoraka meda (relativna frekvencija 93%), *C. sativa* prisutna je bila u 12 uzoraka (relativna frekvencija 85%), a peludna zrnca svojti *R. pseudoacacia*, *Trifolium* spp., *Plantago* spp. i *Salix* spp. nađeni su u 10 uzoraka meda (relativna frekvencija 71%). Petnaest tipova peludnih zrnaca bilo je prisutno u manje od 10% uzoraka. Ta peludna zrnca potječu od porodica *Amaryllidaceae*, *Apiceae*, *Asteraceae*, *Brassicaceae*, *Cannabaceae*, *Celastraceae*, *Juglandaceae*, *Liliaceae*, *Oleaceae*, *Pinaceae*, *Ranunculaceae*, *Rosaceae* i *Violaceae* (tablica 1).

Prema intervalima frekvencije u uzorcima meda vidljivo je da su 4 uzorka floristički vrlo siromašna peludnim zrcima biljnih svojti ( $\leq 15$ ). Nasuprot tome, peludom bogati (20-24) i vrlo bogati uzorci meda ( $\geq 25$ ) su također prisutni (grafikon 1).

Od ukupno 14 analiziranih uzoraka meda, četiri pripada monoflornim vrstama meda. Utvrđen je jedan monoflorni kestenov med i tri monoflorna bagremova meda (tablica 2). Od poliflornih vrsta meda sedam je s značajnim udjelom peludi svojte *C. sativa* i tri sa značajnim udjelom peludi svojte *Brassica* spp.



Grafikon 1.  
Distribucija uzoraka meda prema broju utvrđenih peludnih zrnaca biljnih svojti

## Botanical origin of honey Pozega Valley

Tablica 1. Vrste peludi biljnih svojti i njihova distribucija frekvencije u uzorcima meda Požeške kotline

Porodica	Biljna svojta	D	S	I	m	p	Rel. F.	N:P
<i>Aceraceae</i>	<i>Acer</i> spp.	-	-	-	1	5	43	N/P
<i>Adoxacaceae</i>	<i>Sambucus</i> spp.	-	-	-	-	2	14	N/P
<i>Amaryllidaceae</i>	<i>Narcissus</i> spp.	-	-	-	-	1	7	P
<i>Apiaceae</i>	<i>Anthriscus sylvestris</i>	-	-	-	1	2	21	N
	<i>Daucus carota</i>	-	-	-	2	3	36	N/P
	<i>Heracleum sphondylium</i>	-	-	-	1	-	7	N
<i>Asteraceae</i>	<i>Achillea millefolium</i>	-	-	-	-	2	14	N
	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	-	-	-	1	2	21	P
	<i>Artemisia</i> spp.	-	-	-	2	2	29	N/P
	<i>Aster</i> spp.	-	-	-	1	1	14	N/P
	<i>Bellis perennis</i>	-	-	-	4	5	64	P
	<i>Carduus</i> spp.	-	-	-	-	1	7	N
	<i>Centaurea</i> spp.	-	-	-	1	4	36	P
	<i>Erigeron</i> spp.	-	-	-	1	-	7	N
	<i>Helianthus annuus</i>	-	-	-	2	2	29	N/P
	<i>Senecio</i> spp.	-	-	-	-	1	7	N
	<i>Solidago</i> spp.	-	-	-	-	2	14	N/P
	<i>Taraxacum officinale</i>	-	-	-	1	7	57	N
<i>Betulaceae</i>	<i>Corylus</i> spp.	-	-	-	-	3	21	P
<i>Brassicaceae</i>	<i>Brassica oleifera</i>	4	2	2	2	2	93	N/P
	<i>Sinapis</i> spp.	-	-	-	1	-	7	N/P
<i>Cannabaceae</i>	<i>Humulus lupulus</i>	-	-	-	-	1	7	N/P
<i>Celastraceae</i>	<i>Euonymus europea</i>	-	-	-	-	1	7	N/P
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Euphorbia</i> spp.	-	-	-	-	3	21	N
<i>Fabaceae</i>	<i>Amorpha fruticosa</i>	-	-	3	2	2	50	N
	<i>Lotus</i> spp.	-	-	1	-	7	57	N/P
	<i>Robinia pseudoacacia</i>	3	4	1	2	-	71	N
	<i>Trifolium</i> spp.	-	-	6	1	3	71	N/P
<i>Fagaceae</i>	<i>Castanea sativa</i>	1	3	2	2	4	85	P
	<i>Fagus</i> spp.	-	-	-	1	3	29	P
	<i>Quercus</i> spp.	-	-	-	4	4	57	P
<i>Juglandaceae</i>	<i>Juglans regia</i>	-	-	-	-	1	7	P
<i>Liliaceae</i>	<i>Allium</i> spp.	-	-	-	-	1	7	N/P
<i>Loranthaceae</i>	<i>Loranthus europaeus</i>	-	-	-	2	3	36	N
<i>Malvaceae</i>	<i>Tilia</i> spp.	-	-	-	3	2	35	N
<i>Moraceae</i>	<i>Morus</i> spp.	-	-	-	-	5	35	N
<i>Oleaceae</i>	<i>Fraxinus</i> spp.	-	-	8	3	2	93	P
	<i>Ligustrum</i> spp.	-	-	-	-	5	36	N/P
	<i>Syringa vulgaris</i>	-	-	-	-	1	7	N
<i>Pinaceae</i>	<i>Pinus</i> spp.	-	-	-	-	1	7	N/P
<i>Plantaginaceae</i>	<i>Plantago</i> spp.	-	-	-	1	9	71	N/P
<i>Poaceae</i>	<i>Poaceae</i>	-	-	-	2	6	57	P
	<i>Zea mays</i>	-	-	1	1	2	29	P
<i>Polygonaceae</i>	<i>Fallopia convolvulus</i>	-	-	-	-	2	14	P
	<i>Rumex</i> spp.	-	-	-	-	2	14	P
<i>Ranunculaceae</i>	<i>Clematis vitalba</i>	-	-	-	-	1	7	N/P
<i>Rosaceae</i>	<i>Filipendula</i> spp.	-	-	3	-	-	21	N/P
	<i>Malus</i> spp.	-	-	-	-	3	21	N/P
	<i>Potentilla</i> spp.	-	-	-	1	-	7	N/P
	<i>Prunus</i> spp.	-	-	3	1	2	42	N/P
	<i>Rubus</i> spp.	-	-	-	1	3	29	N/P
	<i>Spirea japonica</i>	-	-	-	2	2	29	N/P
<i>Rubiaceae</i>	<i>Galium</i> spp.	-	-	-	1	3	29	N
<i>Salicaceae</i>	<i>Populus</i> spp.	-	-	-	2	3	36	P
	<i>Salix</i> spp.	-	-	6	1	2	71	P
<i>Simaroubaceae</i>	<i>Ailanthus altissima</i>	-	-	-	-	2	14	P
<i>Urticaceae</i>	<i>Urtica</i> spp.	-	-	-	2	2	29	P
<i>Violaceae</i>	<i>Viola</i> spp.	-	-	-	-	1	7	N/P
<i>Vitaceae</i>	<i>Vitis vinifera</i>	-	-	-	-	3	21	N

prevladavajuća pelud (D:  $\geq 45\%$ ), prateća pelud (S: 16-45%), sporedna pelud (I: 3-15%), rijetka pelud (m: 1-3%) i pelud u tragovima (p:  $\leq 1\%$ ); Rel.F. (%) relativna frekvencija; N.P. – nektar-pelud

Tablica 2. Pregled melisopalinološke analize uzoraka meda Požeške kotline

Broj uzorka	Broj biljnih svojti u medu	Kvalitativna analiza meda
1	14	Monoflorni bagremov med: <i>R. pseudoacacia</i> (49%), subdominantna pelud <i>Fraxinus</i> spp. (18%)
2	18	Poliflorni med: obilno zastupljena pelud <i>C. sativa</i> (76%)
3	33	Poliflorni med: obilno zastupljena pelud <i>Brassica</i> spp. (47%), subdominantna pelud <i>R. pseudoacacia</i> (9%)
4	18	Poliflorni med: obilno zastupljena pelud <i>C. sativa</i> (73%)
5	26	Poliflorni med: obilno zastupljena pelud <i>C. sativa</i> (41%); subdominantna pelud <i>R. pseudoacacia</i> (28%)
6	14	Monoflorni bagremov med: <i>R. pseudoacacia</i> (37%), subdominantna pelud <i>Brassica</i> spp. (19%)
7	30	Poliflorni med: obilno zastupljena pelud <i>C. sativa</i> (73%)
8	24	Poliflorni med: obilno zastupljena pelud <i>C. sativa</i> (77%)
9	32	Poliflorni med: obilno zastupljena pelud <i>C. sativa</i> (26%); subdominantna pelud <i>R. pseudoacacia</i> (10%)
10	19	Poliflorni med: obilno zastupljena pelud <i>Brassica</i> spp. (42%), subdominantna pelud <i>R. pseudoacacia</i> (10%)
11	11	Monoflorni kestenov med: <i>C. sativa</i> (92%)
12	24	Monoflorni bagremov med: <i>R. pseudoacacia</i> (23%), subdominantna pelud <i>Brassica</i> spp. (19%)
13	20	Poliflorni med: obilno zastupljena pelud <i>Brassica</i> spp. (34%), subdominantna pelud <i>R. pseudoacacia</i> (19%)
14	8	Poliflorni med: obilno zastupljena pelud <i>C. sativa</i> (81%); subdominantna pelud <i>R. pseudoacacia</i> (10%)

### Zaključci

Peludnom analizom dobivenih uzoraka meda Požeške kotline utvrđena je zastupljenost peludnih zrnaca 59 biljnih svojti. Najzastupljenija su peludna zrnca porodica *Asteraceae* (12), *Rosaceae* (6) i *Fabaceae* (4). U većini uzoraka pronađena je pelud svojti: *Brassica* spp. (13), *Fraxinus* spp. (13), *C. sativa* (12) i *R. pseudoacacia* (10). Prema spektru peludnih zrnaca u medu utvrđen je jedan monoflorni kestenov med, tri monoflorna bagremova meda, te sedam poliflornih medova sa značajnim udjelom peludi *C. sativa* i tri sa značajnim udjelom peludi *Brassica* spp.

### Literatura

- Bucher E., Kofler V., Vorwohl G., Zieger (2004). Das Pollenbild der Südtiroler Honige, Biologisches Labor der Landesagentur für Umwelt und Arbeitsschutz.
- Bučar, M. (2008). Medonosne biljke kontinentalne Hrvatske, Učiteljski fakultet Zagreb podružnica Petrinja; Hrvatska udruga učeničkog zadrugarstva, Petrinja, 33.
- Ilijanić, L.J. (1977). O biljnom pokrovu Požeške kotline. Požega 1277 – 1977, Zagreb, 48 – 65.
- La-Serna Ramos, I., Mendez Perez, B., Gomez Ferreras, C. (2002). Pollen spectra of different unifloral honeys from La Palma (Canary Islands, Spain) Grana 41: 48-57.
- Louveaux J., Maurizio A., Vorwohl, G. (1978). Methods of melissopalinology. Bee World 59: 139-157.
- Nikolić, T. ur. (1994). Flora Croatica. Index florae Croaticae. Natura Croatica, vol. 3 suppl. 2, 116 pp.
- Nikolić, T. ur. (1997). Flora Croatica. Index florae Croaticae. Natura Croatica, vol. 6 suppl. 1, 232 pp.
- Nikolić, T. (2000). Flora Croatica. Index florae Croaticae. Natura Croatica, vol. 9 suppl. 1, 324 pp.
- Silici, S., & Gokceoglu, M. (2007). Pollen analysis of honey from Mediterranean region of Anatolia. Grana, 46: 57-64.
- Terrab, A., Valdes Castrillon, B., Diez Dapena, M.J. (2001). Pollen analysis of honeys from the Gharb region (NW Morocco). Grana, 40: 210-216.
- Tomašević, M. (1998). The analysis of the flora of the Požega Valley and the surrounding mountains. Nat.Croat. 7 (3): 227-274.

## **Botanical origin of honey Požega Valley**

Tomašević, M. (2006). A new contribution to the flora of the Požega Valley and surrounding mountains. *Nat.Croat.* 15 (1-2): 43-60.

von der Ohe K., von der Ohe W. (2003). Celle's mellisopalinological collection. Niedersächsisches Landesinstitut für Bienenkunde herzogin – Eleonore – Celle, CMS.

**sa2012\_0613**

# Utjecaj invazivne vrste riba babuške (*Carassius gibelio*) na sastav ihtiocenoze u Republici Hrvatskoj

Tea TOMLJANOVIĆ, Nera FABIJANIĆ, Tomislav TREER, Daniel MATULIĆ, Marina PIRIA, Nikica ŠPREM, Ivica ANIČIĆ, Roman SAFNER

Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska  
(e-mail: ttomljanovic@agr.hr)

## Sažetak

Radi izuzetno naglog širenja Europom i svijetom babuška (*Carassius gibelio*) je postala predmetom intenzivnijeg istraživanja ihtiologa. Babuška je riblja vrsta koja dobro podnosi nisku razinu kisika u vodi, visoku zagađenost i višu temperaturu vode. Njena važna biološka osobina je i mogućnost razmnožavanja ginogenezom. Babuška je na našim šaranskim ribnjacima kompetitivna s šaranom, gdje izravnim smanjenjem njegovog prirasta uzrokuje značajne ekonomske štete proizvođačima. U otvorenim vodama se dobro adaptirala te često dominira u ulovu sportskih ribića i gospodarskih ribara. U radu je prikazano kretanje populacije babuške u Republici Hrvatskoj, te sadašnje stanje populacije.

Ključne riječi: babuška, *Carassius gibelio*, invazivna vrsta, Hrvatska

## Influence of invasive fish species Prussian carp (*Carassius gibelio*) on Croatian ichthyocenose

### Abstract

Prussian carp (*Carassius gibelio*) has become the subject of intense ichthyological research because of its rapid spread through Europe and the world. It is a well tolerated low oxygen levels in water, high pollution and water temperature. One of its features is the ability of ginogenetic reproduction. It is competitive with common carps in fish ponds, where it causes high economic losses. In open water it is adapted well and it is often dominate in the catch of sport fishermen. The paper presents the trends of prussian carp population and also it's the current status of the population in Croatia.

Key words: Prussian carp, *Carassius gibelio*, invasive species, Croatia

### Uvod

Srebrni karas ili babuška (*Carassius gibelio*) je slatkovodna invazivna riblja vrsta koja se proteklih pedesetak godina brzo proširila Europom (Treer i sur., 1995). Babuška brzo raste i učinkovito se reproducira, te postaje kompetitivna autohtonim ribljim vrstama za hranu i stanište. Babuška je unesena iz Azije u Europu (Rusija) u 17. stoljeću, a do sada se uspješno raširila Europom sve do Grčke. Glavna biološka osobina odgovorna za njezinu invazivnost jest njezina reprodukcija. Vrsta je u stanju razmnožavati se ginogenezom, gdje je sperma babuške ili srodne vrste mužjaka potrebna samo za stimuliranje razvoja ikre. Dok kod jedinki na dalekom istoku postoji podjednaki omjer između ženki i mužjaka, od jedinki koje su aklimatizirane u Europi postoje

samo ženke, a mužjaka nema ili se rijetko koji nađe (Al-Sabti, 1984; Jevtić, 1978). Ipak, novijim istraživanjima utvrđeno je da dolazi do promjena u odnosu spolova populacija. Kottelat i Freyhov (2007) navode prisutnost različitih populacija, diploidne populacije s odvojenim spolovima, diploidi i tetraploidi odvojenih spolova s triploidnim ženkama, te populacije koje se sastoje samo od triploidnih ženki. Babuška je izuzetno otporna na onečišćenja i manjak kisika u vodi (Plančić, 1967), a nađena je i u slanoj vodi Baltičkog mora (Holopainen i sur., 1997). Od unosa babuške u vode Hrvatske zabilježen je neprestani rast njene populacije. Unatoč planiranim mjerama opreza zna se nekontrolirano pojaviti i u šaranskim ribnjacima gdje stvara znatne gospodarske štete. Na ribnjaku u Našicama ulovljeno je 124 komada babuški, od čega je 23% bilo mužjaka. Za vrijeme jesenskih ribolova, primijećeno je da babuška ostaje neizlovljena uslijed sposobnosti zavlačenja u mulj (Kajgana, 1996).

### Materijali i metode

Podatci o pojavi i kretanju populacije babuške obrađeni su iz prikupljenih znanstvenih radova objavljenih u razdoblju između 1967. i 2011. godine. Također, pretraživanjem baza vezanih uz ribarstvo i ihtiologiju, te kontaktiranjem s autorima povezanih radova i ostalih stručnih osoba. Iz sakupljenih materijala objašnjava se dolazak, kretanje i životni ciklus babuške koja je prošla dugačak put od Kine, preko Rusije i Europe i ostatka svijeta te se nastanila i na područja u kojima nije autohtona vrsta i prouzročila ekološke probleme.

### Rezultati i rasprava

Babuška je porijeklom iz istočne Azije (Kine) odakle je 1948. godine prenesena u europski dio Rusije, gdje se brzo prilagodila i raširila vodama istočne i srednje Europe. U Rusiji i Litvi te u Danskoj, Njemačkoj i Finskoj prisutna je od 17. stoljeća. U Estoniji i Latviji je prvi put unesena 1948. godine kao hrana za ribe (Holopainen i sur., 1997). Danas je prisutna u Velikoj Britaniji, Španjolskoj, južnoj i srednjoj Europi – uključujući i Tursku, Grčku, Rumunjsku, Češku, Slovačku, Crnu Goru, Hrvatsku, Mađarsku, Austriju i Poljsku, te Bjelorusiju i Ukrajinu. Prvi nalazi babuške u Baltičkom moru su iz 1985. godine kada je promatrana u zaljevu Riga (zaljev između Latvije i Estonije). Danas se može naći duž cijele obale Estonije a ima je i šire – uz Finsku obalu. Do širenja populacije u Baltičkom moru došlo je zbog dva faktora: malog broja predatora i nekoliko uzastopnih godina sa toplim ljetima (Vetemaa i sur., 2005).

Babuška je postala redoviti stanovnik ribljih zajednica u većim nizinskim rijekama i njihovim aluvijalnim vodenim sustavima. U šaranskim ribnjacima, babuška je nepoželjni konkurent za šaransku populaciju jer njezina pojava smanjuje prirast, a povećava hranidbene troškove što je ekonomski neprihvatljivo (Gozlan, 2008). Tako je primjerice 1999. zabilježen značajan financijski gubitak u ribnjacima u blizini rijeke Dyje (Češka) uzrokovan pojavom babuške (Halačka i sur., 2003). U otvorenim vodama smatra se važnim objektom sportskog ribolova. Širenje je babuške u otvorenim vodama Republike Češke u razdoblju od 1975-1990. godine izuzetno brzo (Halačka i sur., 2003).

Krajem pedesetih godina širenjem otvorenim vodama babuška je došla i u područja bivše države Jugoslavije. Prvi pismeni izvor o njezinoj pojavi zabilježio je Plančić 1967. godine kada opisuje babušku u ribnjacima Ečke 1962., te smatra da je babuška došla u istoimeni ribnjak rijekom Begej iz Rumunjske. Spomenuta je i ranija pojava babuške u Dunavu kod Kladova, gdje su je ribari nazvali „babuška“ misleći da je riječ o ribi ruskog podrijetla. Kasnije se širi i naseljava i hrvatske nizinske rijeke i tokove do Drave i Dunavskog slijeva, te u rijeku Neretvu. Babuška zauzima značajno mjesto u sastavu ribljih zajednica rijeka Drave, Dunava i Save s njihovim pritokama i ukupnim plavnim područjem. Prisutna je također u Bosutu i pritocima, te Kupi. Babuška je izrazito adaptivna vrsta koja je velikom brojnošću prisutna u gotovo svim vodama i crnomorskom i jadranskom sliva. Izravni je konkurent šaranu čije su se populacije proporcionalno smanjile. Osim u otvorenim vodama, babuška je prisutna u gotovo svim našim šaranskim ribnjacima, procjenjuje se kako se godišnje izlovi u prosjeku 100 kg/ha babuške. Osim iz otvorenih voda babuška se nekontrolirano unosi i nasađuje u ribnjake s uvezenim mlađem amura i tolstolobika iz Mađarske. Masovni razvoj i širenje babuške u našim vodama dovelo je do većeg interesa za detaljnije proučavanje morfoloških osobina navedene ribe u našim klimatskim uvjetima.

Većina ribiča babušku ne smatra kvalitetnom sportskom ribom. Ipak se lovi radi svoje visoke zastupljenosti na ribolovnim sportskim natjecanjima doprinosi za lakše postizanje pobjede jer pojedini primjerci dostižu masu preko 2 kg. Iako kod nas nije izražen običaj jedenja babuške kao npr. u Kini gdje je ona znatno cjenjenija riba od šarana, babuška ima visoko hranjivo meso. Randman kod babuške je 69,70 %, dok je u

šarana 59,1 %. Količina masti u odnosu na 1 kilogram težine mesa iznosi 5,52 % dok je kod ljuskavog šarana 3 % (Hänfling i sur., 2005). Babuška je otporna na oboljenja: proljetnu viremiju i branhiomikozu. Uzgoj babuške kao dopunske ribe, je moguć u sustavu s reguliranim ispuštanjem vode. Njezino meso se može plasirati na tržište i zainteresirati potrošače na veću konzumaciju ribe.

### Zaključak

Uvođenjem alohtonih vrsta riba u uzgajališta, pa tako i u šaranske ribnjake i ispuštanje istih u otvorene vode bez nadzora, čovjek može značajno utjecati na sastav ihtiocenoze nekog vodenog ekosustava. Alohtona vrsta se može lako proširiti i zavladata novim vodama, ukoliko nema prirodnih neprijatelja. Onemogućavanje širenja babuške iz otvorenih voda u uzgajališta, najčešće u šaranske ribnjake i obrnuto, moguće je pravilnim gospodarenjem vodom i njenom manipulacijom prilikom punjenja i pražnjenja istih te pravilnom i pravovremenom primjenom agrotehničkih, ihtiohigijenskih i ihtiosanitarnih mjera. Smanjenje babuške u šaranskim ribnjacima moguće je postići i biološkim načinom, nasađivanjem grabežljivih riba (som, grgeč i sl.) dominantnijih uzrasnih kategorija od nje same. Očita prednost u širenju babuške je sposobnost razmnožavanja ginogenezom. Raširenost babuške u otvorenim vodama treba iskoristiti za izlov, sportski ribolov i povećanje konzumacije ribljeg mesa.

### Literatura

- Al-Sabti, K. (1984). Ginogeneza riba. Ribarstvo Jugoslavije (39).
- Gozlan, R.E. (2008). Introduction of non-native freshwater fish: is it all bad? School of Conservation Sciences, Bournemouth University, UK.
- Halačka, K., Lusková, V., Lusk, S. (2003). *Carassius gibelio* in fish communities of the Czech Republic. Institute of vertebrate biology, Brno, Czech Republic.
- Hänfling, B., Bolton, P., Harley, M., Carvalho, G.R. (2005). A molecular approach to detect hybridisation between crucian carp (*Carassius carassius*) and non-indigenous carp species (*Carassius spp.* and *Cyprinus carpio*). *Freshwater Biology* (50): 403 – 417.
- Holopainen, I.J., Tonn, W.M., Paszkowski, C.A. (1997). Tales of two fish: the dichotomous biology of crucian carp (*Carassius carassius*) in northern Europe. Finnish zoological and botanical publishing board.
- Jevtić, J. (1978). Polni ciklus srebrnog karasa. Ribarstvo Jugoslavije (33).
- Kajgana, Lj. (1996). Srebrni karas – babuška i štete koje nastaju njezinom pojavom na ribnjačarstvima. Ribarstvo (54).
- Kottelat, M., Freyhof, J. (2007). Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat, Cornol, Switzerland.
- Plančić, J. (1967). Srebrni karas – *Carassius auratus gibelio* nova vrsta naše ihtiofaune. Ribarstvo Jugoslavije (22).
- Treer, T., Safner, R., Aničić, I., Lovrinov, M. (1995). Ribarstvo. Nakladni zavod Globus, Zagreb.
- Vetemaa, M., Eschbaum, R., Albert, A., Saat, T. (2005). Distribution, seks ratio and growth of *Carassius gibelio* in coastal and inland waters of Estonia (north-eastern Baltic Sea). Estonian marine institute, Estonia.

sa2012\_0614



# Utjecaj roka košnje na prinos i kakvoću ozimog graška u smjesi sa žitaricama za potrebe prehrane divljači u lovištu III/29 Prolom

Darko UHER, Dubravko MACĀEŠIĆ, Roman SAFNER, Nikica ŠPREM, Saša PRĐUN, Nikola BANOŽIĆ

Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska  
(e-mail: duher@agr.hr)

## Sažetak

Moderno lovstvo mora biti održivo s ciljem očuvanja biološke raznolikosti. Budući da je divljač, prema lovnom zakonodavstvu, dobro od interesa za Republiku Hrvatsku, kvalitetna trofejna divljač prirodno je bogatstvo i značajan gospodarski resurs. Postavljanjem kvalitetnih jednogodišnjih remiza, divljači se u lovištu osiguravaju preduvjeti kontinuirane i kvalitetne prehrane. Uključivanjem mahunarki (grašak, grahorice) u sustav remiza mogu se ostvariti znatne uštede u sve skupljaj gnojidbi mineralnim dušičnim gnojivima, a da se pri tome ostvare visoki prinosi. Kvalitetna hrana uz dobre genetske predispozicije, preduvjet je postizanja (visoko) vrijednih trofeja, čime se povećava gospodarski značaj lovišta. Pokus je postavljen s ciljem utvrđivanja utjecaja roka košnje na prinos i kakvoću ozimog graška u smjesi sa žitaricama (raž, pšenica, tritikale) za potrebe prehrane divljači u lovištu III/29 „Prolom“ (okolica Gline, Banovina). Na osnovi dobivenih rezultata, najveći ukupni prinos suhe tvari u punoj cvatnji graška imala je smjesa s raži (10,00 t ha<sup>-1</sup>), u odnosu na tritikale (9,68 t ha<sup>-1</sup>) i pšenicu (8,99 t ha<sup>-1</sup>).

Ključne riječi: remize, ozimi grašak, žitarice, divljač, prinos

## The effect of harvest date on forage production and quality of winter pea in mixture with cereals as food for game in hunting III/29 Prolom

### Abstract

Modern hunting has to be sustainable with the goal of preserving biological diversity. So to say, the game is in the hunting legislation of special value for the Republic of Croatia, while quality trophy game is a natural wealth, and a significant economical resource. By setting a year old feeding areas for game feeding, the game is secured with conditions of continuous and quality food. Introduction of legumes (peas, vetch) in feeding system can provide significant savings and advances in today's expensive fertilization with mineral nitrogen fertilizers, thus achieving a high forage yield. High quality food together with good genetic predispositions of the game can give highly valuable trophies, thus increasing the economic benefits of the hunting ground. The field experiment was set up with the goal of identifying the effect of harvest date on forage production and quality of winter peas in mixture with cereals (rye, wheat, triticale), as food for game in hunting III/29 „Prolom“ (around Gline, Banovina). Based on the achieved results in this research we conclude that the highest productivity of dry matter was obtained with winter

pea (full flowering) in mixture with rye (10,00 t ha<sup>-1</sup>), compared to winter pea mixtures with triticale (9,68 t ha<sup>-1</sup>) and wheat (8,99 t ha<sup>-1</sup>).

Key words: feeding areas, winter pea, cereals, game, yield

## Uvod

Pretpostavka uspješnog gospodarenja s divljači u lovištu je provođenje mjera propisanih lovnogospodarskom osnovom, gdje podizanje jednogodišnjih i višegodišnjih remiza ima značajnu ulogu u povećanju hranidbene vrijednosti staništa, odnosno boniteta lovišta. Svi osnovni ekološki čimbenici u lovištu (hrana i voda, kvaliteta tla, vegetacija, konfiguracija terena, mir u lovištu i opća prikladnost lovišta) značajni su za opstanak neke vrste divljači, pri čemu su hrana i voda najvažniji. Divljač u lovištima gotovo redovito u nekom dijelu godine trpi od posljedica nedostatka hrane, što se negativno odražava na njezino zdravstveno stanje, prirast, reprodukciju i brojnost. Gladna divljač čini velike štete na poljoprivrednim površinama. Svaka vrsta divljači ima svoje zahtjeve s obzirom na vrstu hrane, njezinu kvalitetu i količinu. Postavljanjem kvalitetnih jednogodišnjih remiza divljači se u lovištu osiguravaju preduvjeti kontinuirane i kvalitetne prehrane, što rezultira njenim boljim zdravstvenim stanjem, čime se ujedno ostvaruje i gospodarska dobit kroz vrijednost trofeja. Podizanje jednogodišnjih i višegodišnjih remiza u lovištima Hrvatske otežano je zbog uglavnom slabe opskrbljenosti tla na biogenim makoelementima (N, P, K, Ca, Mg, Fe) i neadekvatne gnojidbe, što često rezultira niskim prinosima i slabom kakvoćom proizvedene krme za prehranu divljači. Jedno od mogućih rješenja je uključivanje mahunarki (grašak, grahorice) u sustav remiza. Proizvodnjom mahunarki mogu se ostvariti znatne uštede u sve skupljoj gnojidbi mineralnim dušičnim gnojivima, a da se pri tome ostvare zadovoljavajući prinosi kvalitetne krme za potrebe divljači u lovištu. Mahunarke mogu znatan dio potrebnog dušika osigurati biološkom fiksacijom iz atmosfere koja ga sadrži 78 %, ili nad svakim hektarom 6.400 kg (FAO 1989). Za poljoprivrednu proizvodnju vrlo je značajna simbioza kvržičnih bakterija iz rodova *Rhizobium* i *Bradyrhizobium* i mahunarki čime se biološki veže atmosferski dušik, koji se odmah koristi za sintezu bjelančevina. Na taj se način sprječava opasnost od onečišćenja podzemnih voda nitratima, koja se inače javljaju pri intenzivnoj primjeni mineralnih dušičnih gnojiva. Mahunarke uzgajane za zrno, sijeno, ispašu, zelenu gnojidbu ili druge svrhe, vežu putem svojih simbionata na cijeloj Zemlji oko 80 x 10<sup>6</sup> tona atmosferskog dušika godišnje, što je više od polovice ukupne količine biološki vezanog dušika na Zemlji (Evans i Barber, 1977). Ukupna svjetska proizvodnja industrijskim Haber-Bosch postupkom osigurava 60 x 10<sup>6</sup> t dušika godišnje (FAO Technical Handbook, 1989). Mahunarke nakon žetve u tlu ostavljaju nekoliko tona lako razgradljive korijenove mase i strni po hektaru kojom obogaćuju tlo organskom tvari, bogatom dušikom (Russel, 1950). Na taj se način održava plodnost tla i omogućuje kulturama koje slijede u plodoredu da koriste vezani atmosferski dušik (Bonnier i Brakel, 1969).

## Materijal i metode

Na pokušalištu Agronomskog fakulteta pokraj Gline u lovištu III/29 „Prolom“ provedeno je u razdoblju 2009./2010. vegetacijske godine istraživanje jednogodišnjih remiza. Pokus je postavljen s ciljem utvrđivanja utjecaja roka košnje na prinos i kakvoću ozimog graška u smjesi s žitaricama (raž, tritikale, pšenica) te prikladnost takvih smjesa za podizanje jednogodišnjih remiza kroz njihovu dostupnost u prehrani divljači. Reakcija tla je kisela, pH u nKCl iznosi 4,04. Tlo je slabo humozno i sadrži 2,2 % humusa te je dobro opskrbljeno dušikom (0,13%). Prema sadržaju P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i K<sub>2</sub>O u tlu, može se zaključiti da je tlo u lovištu slabo opskrbljeno tim hranivima, odnosno u oraničnom sloju ima 2,30 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 18,7 mg K<sub>2</sub>O/100 g tla. Osnovna obrada tla obavljena je oranjem na 30 cm dubine. Predsjetvena priprema obavljena je sjetvospremačem. Osnovna gnojidba prije oranja bila je s 300 kg/ha NPK 8:26:26 a dopunska gnojidba na osnovici 100 kg/ha NPK 15:15:15 ili ukupno 39 kg/ha N, 93 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 93 kg/ha K<sub>2</sub>O. Površina parcelice iznosila je 500 m<sup>2</sup> (50 x 10 m). Norma sjetve bila je 100 zrna graška cv. Maksimirski rani/m<sup>2</sup> i 250 zrna/m<sup>2</sup> raži, tritikale i pšenice. Prije sjetve obavljena je predsjetvena bakterizacija sjemena graška cv. Maksimirski rani sojem *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* 1001. Usjev je posijan 14. listopada 2009. godine. U vrijeme busanja žitarica usjev je bio prihranjen sa 150 kg/ha KAN-a. Košnja usjeva je obavljena u fenofazi početka i pune cvatnje ozimog graška. Prinosi zelene mase utvrđivani su vaganjem uzorka sa svake varijante na površini 2 x 2 m (osnovna parcelica 4 m<sup>2</sup>). Svaka osnovna parcelica bila je ograđena žičanom mrežom na drvenim stupovima s ciljem zaštite od divljači. Prvo su utvrđivani ukupni prinosi zelene mase smjese ozimog graška i žitarica na

**Utjecaj roka košnje na prinos i kakvoću ozimog graška u smjesi sa žitaricama za potrebe prehrane divljači u lovištu III/29 Prolom**

osnovnoj parcelici i ponavljanjima (4 x), a zatim su odvojene komponente na grašak i žitarice te utvrđeni prinosi zelene mase. Razdvajanjem 1 kg zelene mase sa svake parcelice na ozimi grašak i žitaricu utvrđen je omjer ozimog graška i žitarice u zelenom stanju, a zatim nakon sušenja u sušioniku na 60 °C do konstantne mase i u suhom stanju. Suha tvar utvrđivana je iz prosječnih uzoraka (1.000 g zelene mase) svake varijante i komponente smjese. Za utvrđivanje kemijskog sastava (analiza Weende) sirovih bjelančevina uzeti su uzorci u početku (11. svibnja 2010.) i u punoj cvatnji (25. svibnja 2010.) ozimog graška te osušeni na 60 °C do konstantne mase i samljeveni na 1 mm. Rezultati istraživanja obrađeni su SAS 9.1.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, 2002.-2003.) statističkim programom, po GLM proceduri, a razlike srednjih vrijednosti su testirane LSD testom na nivou značajnosti  $P < 0.05$ .

**Rezultati i rasprava**

Podizanje jednogodišnjih remiza u lovištima Republike Hrvatske otežano je zbog slabe opskrbljenosti tla biogenim makroelementima (N, P, K, Ca, Mg, Fe) i neadekvatne gnojidbe, što često rezultira niskim prinosima i slabom kakvoćom proizvedene krme. Jedno od mogućih rješenja je uključivanje ozimog graška u smjesi sa žitaricama (raž, tritikale, pšenica) u sustav remiza. Značajno ( $P < 0.05$ ) veći prinos suhe tvari u početku cvatnje graška (Tablica 1.) utvrđen je u smjesi s pšenicom (1,76 t ha<sup>-1</sup>), a najmanji u smjesi s raži (1,30 t ha<sup>-1</sup>). Značajno ( $P < 0.05$ ) veći prinos suhe tvari u punoj cvatnji graška utvrđen je u smjesi s pšenicom (3,20 t ha<sup>-1</sup>), a najmanji u smjesi s raži (2,23 t ha<sup>-1</sup>), što je u suglasju s istraživanjima Štafa i sur. (2000, 2001) i Uher i sur. (2005a, 2006ab, 2007abc, 2008). Stjepanović i sur. (2008) su s kultivarom cv. Osječki zeleni u fenofazi pune cvatnje utvrdili prinos suhe tvari u iznosu od 5,5 t ha<sup>-1</sup>. Značajno ( $P < 0.05$ ) veći prinos suhe tvari žitarice u početku cvatnje graška je utvrđen kod raži (5,61 t ha<sup>-1</sup>), a najmanji kod pšenice (3,77 t ha<sup>-1</sup>). Značajno ( $P < 0.05$ ) veći prinos suhe tvari žitarice u punoj cvatnji graška utvrđen je kod raži (7,77 t ha<sup>-1</sup>), a najmanji kod pšenice (5,79 t ha<sup>-1</sup>) što je također u suglasju s istraživanjima Štafa i sur. (2000, 2001) i Uher i sur. (2005a, 2006ab, 2007abc, 2008). Stjepanović i sur. (2008) su utvrdili s pšenicom cv. Barbara prinos suhe tvari od 3,3 t ha<sup>-1</sup> (košnja 20. travnja 2007.) do 7,1 t ha<sup>-1</sup> (košnja 21. svibnja 2007.)

**Tablica 1. Prinos suhe tvari ozimog graška u smjesi s žitaricama (t ha<sup>-1</sup>)**

Varijanta	Fenofaza korištenja		Prosječni prinos varijanta
	Početak cvatnje ozimog graška	Puna cvatnja ozimog graška	
Prinos suhe tvari graška (t ha <sup>-1</sup> )			
Grašak + raž	1,30	2,23	1,77
Grašak + tritikale	1,57	2,70	2,14
Grašak + pšenica	1,76	3,20	2,48
Prosječni fenofaze	1,54	2,71	
LSD 0,05			0,60 t ha <sup>-1</sup>
LSD 0,05 †			0,41 t ha <sup>-1</sup>
LSD 0,05 ‡			1,01 t ha <sup>-1</sup>
Prinos suhe tvari žitarice (t ha <sup>-1</sup> )			
Grašak + raž	5,61	7,77	6,69
Grašak + tritikale	4,72	6,98	5,85
Grašak + pšenica	3,77	5,79	4,78
Prosječni fenofaze	4,70	6,85	
LSD 0,05			0,86 t ha <sup>-1</sup>
LSD 0,05 †			0,70 t ha <sup>-1</sup>
LSD 0,05 ‡			1,21 t ha <sup>-1</sup>
Ukupni prinos suhe tvari (t ha <sup>-1</sup> )			
Grašak + raž	6,91	10,00	8,46
Grašak + tritikale	6,29	9,68	7,99
Grašak + pšenica	5,53	8,99	7,26
Prosječni fenofaze	6,24	9,56	
LSD 0,05			0,90 t ha <sup>-1</sup>
LSD 0,05 †			0,75 t ha <sup>-1</sup>
LSD 0,05 ‡			1,27 t ha <sup>-1</sup>

† LSD za usporedbu srednjih vrijednosti unutar fenofaze korištenja; ‡ LSD za usporedbu srednjih vrijednosti između fenofaze korištenja

Značajno ( $P < 0.05$ ) veći ukupni prinos suhe tvari u početku cvatnje graška utvrđen je sa smjesom ozimog graška i raži (6,91 t ha<sup>-1</sup>), a najmanji sa smjesom ozimog graška i pšenice (5,53 t ha<sup>-1</sup>). Značajno ( $P < 0.05$ ) veći

ukupni prinos suhe tvari u punoj cvatnji graška utvrđen je sa smjesom ozimog graška i raži (10,00 t ha<sup>-1</sup>), a najmanji sa smjesom ozimog graška i pšenice (8,99 t ha<sup>-1</sup>), što je također u suglasju s istraživanjima Štafa i sur. (2000, 2001) i Uher i sur. (2005a, 2006ab, 2007abc, 2008). Značajno (P<0.05) veći prinos suhe tvari graška, žitarice i ukupni prinos smjese utvrđen je u punoj cvatnji ozimog graška u odnosu na početak cvatnje. Najveći sadržaj sirovih bjelančevina (Tablica 2.) ostvario je ozimi grašak u početku cvatnje (261 g kg<sup>-1</sup>), slijede ozima raž (168 g kg<sup>-1</sup>), tritikale (149 g kg<sup>-1</sup>) i pšenica (138 g kg<sup>-1</sup>). Najveći sadržaj sirovih bjelančevina ostvario je ozimi grašak i u punoj cvatnji (191 g kg<sup>-1</sup>), slijedi ozima raž (130 g kg<sup>-1</sup>), tritikale (125 g kg<sup>-1</sup>) i pšenica (116 g kg<sup>-1</sup>). Stjepanović i sur. (2008) navode da je sadržaj sirovih bjelančevina kod kultivara Osječki zeleni iznosio od 220,10 g kg<sup>-1</sup> (košnja 20. travnja 2007.) do 158,4 g kg<sup>-1</sup> (košnja 21. svibnja 2007.). Uzun i sur. (2005) navode da je sadržaj sirovih bjelančevina graška iznosio od 150,3 do 230 g kg<sup>-1</sup> ovisno o genotipu graška u suhoj tvari nadzemnog dijela biljke graška. Stjepanović i sur. (2008) utvrdili su s pšenicom cv. Barbara sadržaj bjelančevina u suhoj tvari od 130,80 g kg<sup>-1</sup> (košnja 20. travnja 2007) do 100,0 g kg<sup>-1</sup> (košnja 21. svibnja 2007). Yucel i Avci (2009) su u svojim istraživanjima utvrdili s tritikale (97,3 g kg<sup>-1</sup>) sirovih bjelančevina.

Tablica 2. Sadržaj sirovih bjelančevina u suhoj tvari (g kg<sup>-1</sup>) žitarice i ozimog graška

Kultura	Fenofaza korištenja	
	Početak cvatnje ozimog graška	Puna cvatnja ozimog graška
Raž	168	130
Tritikale	149	125
Pšenica	138	116
Grašak	261	191

## Zaključak

Temeljem jednogodišnjeg istraživanja utjecaja roka košnje na prinos i kakvoću ozimog graška cv. Maksimirski rani u smjesi s žitaricama (raž, tritikale, pšenica) provedenih na pokušalištu Agronomskog fakulteta u lovištu III/29 „Proлом“ može se zaključiti da podizanje jednogodišnjih remiza ima značajnu ulogu u sprječavanju gladi i povećanju hranidbene vrijednosti staništa odnosno boniteta lovišta. Kao najbolja smjesa tijekom proljeća 2010. godine pokazala se smjesa ozimog graška i raži jer je dala najveći ukupni prinos suhe tvari (10,00 t ha<sup>-1</sup>) te smjesa ozimog graška i tritikale (9,68 t ha<sup>-1</sup>) za potrebe glavnih vrsta divljači u lovištu „Proлом“, a to su divlja svinja i srna obična. Najveći sadržaj sirovih bjelančevina u suhoj tvari imao je ozimi stočni grašak u početku cvatnje (261 g kg<sup>-1</sup>) i u punoj cvatnji (191 g kg<sup>-1</sup>), a od žitarica raž u početku cvatnje graška (168 g kg<sup>-1</sup>).

## Literatura

- Bonnier C., Brakel J. (1969). Lutte biologique contre la paim Eddition J. Duculot, S.A., Gemblax.
- Evans H.J., Barber L.E. (1977). Biological nitrogen fixation for food and fiber production. *Science* 197: 332-339.
- Russel J.E. (1950). Soil conditions and Plant growth. Hongmais Green and Co., London, New York, Toronto.
- SAS (2002./2003.). SAS/STAT Software: SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USA.
- Stjepanović M., Gantner, R., Popović, S., Čupić, T., Knežević, M., Vranić, M. (2008). Krmna vrijednost smjese ozimog graška i pšenice u različitim rokovima košnje. *Krmiva*. 50:11-17.
- Štafa Z., Uher, D., Mačešić, D., Danjek, I. (2001). Značenje ozimih krmnih kultura i smjesa u osiguranju kvalitetne voluminozne kreme. *Mljekarstvo*. 51 (4): 301-316.
- Štafa Z., Danjek, I., Mačešić, D., Uher, D., Grbeša, D. (2000). Utjecaj gustoće sjetve na kakvoću i prinose ozime smjese graška i raži. *Mljekarstvo*. 50 (1): 25-51.
- Technical Handbook on Symbiotic Nitrogen fixation. FAO, (1989).
- Uher D., Štafa Z., Sikora S., Blažinkov M. (2008). Yield and quality of forage type pea lines and wheat mixtures. *Cereal Research Communications*. 36 (1): 523-526.
- Uher D., Mačešić D., Svečnjak Z., Leto J., Štafa Z. (2007a). The effect of harvest date on forage production and crude protein yield of forage pea and small grain cereal mixtures. *Cereal Research Communications*. 35 (2): 1237-1240.

**Utjecaj roka košnje na prinos i kakvoću ozimog graška u smjesi sa žitaricama za potrebe prehrane divljači u lovištu III/29 Prolom**

- Uher D., Štafa, Z., Redžepović, S., Blažinkov, M., Sikora, S., Kaučić, D. (2007b). Utjecaj bakterizacije i prihrane dušikom na prinos i krmnu vrijednost ozimog graška cv. Maksimirski ozimi u smjesi sa pšenicom cv. Sana. *Mljekarstvo*. 57 (2): 101-117.
- Uher D., Štafa Z., Svečnjak Z., Redžepović S., Blažinkov M., Kaučić D. (2007c). Utjecaj gnojidbe na prinos i krmnu vrijednost ozimog graška cv. Maksimirski ozimi u smjesi s tritikale cv. Clercal. *Mljekarstvo*. 57 (3): 229-242.
- Uher D., Štafa, Z., Redžepović, S., Svečnjak, Z., Blažinkov, M., Kaučić, D. (2006a). Utjecaj gnojidbe na prinos i krmnu vrijednost ozimog graška cv. Maksimirski ozimi u smjesi s pšenicom cv. Sana. *Mljekarstvo*. 56 (3): 285-298.
- Uher D., Štafa, Z., Redžepović, S., Blažinkov, M., Sikora, S., Kaučić, D. (2006b). Utjecaj bakterizacije i prihrane dušikom na prinos i krmnu vrijednost ozimog graška cv. Maksimirski ozimi u smjesi s tritikale cv. Clercal. *Mljekarstvo*. 56 (2): 157-174.
- Uher D., Štafa, Z., Blažinkov, M. (2005a). Utjecaj bakterizacije i prihrane dušikom na prinos i krmnu vrijednost ozimog graška u smjesi s pšenicom. *Mljekarstvo*. 55 (4): 323-33.
- Uzun, A., Bilgili, U., Sincik, M., Filya, I., Acikogoz, E. (2005): Yield and quality of forage type pea lines of contrasting leaf types. *Eur. J. Agron.* 22, 85-94.
- Yucel, C., Avci, M. (2009). Effect of different ratios of common vetch (*Vicia sativa* L.)-triticale (*Triticosecale* Whatt) mixtures on forage yields and quality in Cukurova plain in Turkey. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 15: 323-330.

**sa2012\_0615**



Croatian <sup>47</sup>  
*sa*  
2012 <sub>7</sub> International  
Symposium on  
Agriculture

Section

**7** Proceedings  
Animal Husbandry

47  
Hrvatski

7  
Međunarodni  
Sympozij  
Agronoma

**Zbornik radova**  
Stočarstvo





# Status selena u koza iz ekološkog uzgoja

Zvonko ANTUNOVIĆ<sup>1</sup>, Tomislav KLAPEČ<sup>2</sup>, Suzana ČAVAR<sup>3</sup>, Marcela ŠPERANDA<sup>1</sup>,  
Valentina PAVIĆ<sup>4</sup>, Josip NOVOSELEC<sup>1</sup>, Željka KLIR<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište J. J. Strossmayer u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Trg Sv. Trojstva 3, 31000 Osijek, Hrvatska  
(e-mail: zantunovic@pfos.hr)

<sup>2</sup>Sveučilište J. J. Strossmayer u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, F. Kuhača 20, 31000 Osijek, Hrvatska

<sup>3</sup>Zavod za javno zdravstvo Osijek, F. Krežme 1, 31000 Osijek, Hrvatska

<sup>4</sup>Sveučilište J. J. Strossmayer u Osijeku, Odjel za biologiju, Trg Ljudevita Gaja 6, 31000 Osijek, Hrvatska

## Sažetak

Cilj ovoga istraživanja je bio utvrditi status selena u koza iz ekološkog uzgoja. U istraživanju je bilo 10 koza pasmine alpina u 3. laktaciji, prosječne dobi 4 godine. Koze su hranjene livadnim sijenom (*ad libitum*) i smjesom žitarica (1 kg/dnevno). Krv je uzorkovana iz vene jugularis 30. dana laktacije. Mjerenje razine Se provedeno je hidridnom tehnikom. Aktivnost GSH-Px utvrđena je u punoj krvi koza s komercijalnim „Ransel“ kitom. koncentracije selena u uzorcima krvi koza iz ekološkog uzgoja (38,80 µg/L) bile su na donjoj granici deficijencije. Analizom mlijeka koza iz ekološkog uzgoja utvrđene su također niske koncentracije selena (7,92 µg/L). Značajne korelacije utvrđene su između koncentracija selena u krvi i mlijeku ( $r = 0,635$ ;  $P < 0,05$ ) te između koncentracija selena i aktivnosti GSH-Px u krvi ( $r = 0,609$ ;  $P < 0,05$ ). Dobivene koncentracije selena u krvi i mlijeku koza te aktivnost GSH-Px ukazuju na manjak selena u hrani. Status selena u koza uspješno se može kontrolirati mjerenjem njegove koncentracije u krvi i mlijeku.

Gljučne riječi: koza, ekološki uzgoj, selen, krv, mlijeko

## Selenium status of goats in organic breeding

### Abstract

The aim of this research was to determine the status of selenium in goat from organic breeding. The research included 10 goat breeds of Alpine in the 3<sup>rd</sup> lactation, the average age of 4 years. Goats were fed a mixture of grain (1 kg/day) and meadow hay (*ad libitum*). Blood was sampled from the jugular vein 30<sup>th</sup> days of lactation. Measurement of the selenium levels was conducted by hydride technique. GSH-Px activity was determined in whole blood of goats with a commercial "ransel" kit. The determined concentrations of selenium in the blood of goats from organic farming (38.80 µg/L) were at the lower level deficiencies. Low concentrations of selenium (7.92 µg/L) were also determined by analysis of goat milk from organic breeding. Significant correlations were found between the concentration of selenium in blood and milk ( $r=0.635$ ,  $P<0.05$ ) as well as between serum selenium and GSH-Px activity in blood ( $r=0.609$ ,  $P<0.05$ ). The resulting concentration of selenium in blood and milk of goats and GSH-Px activity indicate a lack of selenium in food. Status of selenium in goats can be successfully controlled by measuring its concentration in blood and milk.

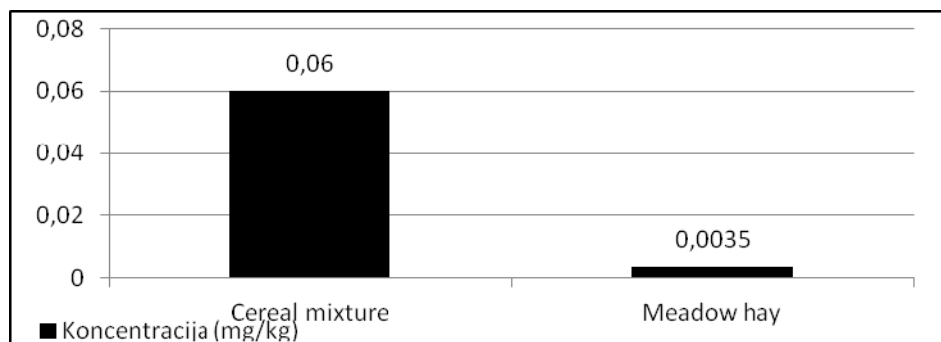
Key words: goat, organic breeding, selenium status, blood, milk

## Uvod

Ekološka kozarska proizvodnja u zemljama EU dobiva sve više na značaju. Osobito su značajni ekološki uzgoji koza u Grčkoj, Italiji i Španjolskoj. U ekološkom uzgoju koza može doći do različitih hranidbenih disbalansa hranjivih tvari. Najčešće su izraženi nedostaci bjelančevina, minerala i vitamina. Dodatak je vitamina i minerala u hranidbi ekološki uzgajanih koza u nekim zemljama dopušten, dok se u drugim uopće ne koristi. Zbog toga je vrlo važno poznavati kemijski sastav ekološki proizvedenih krmiva koja se koriste u hranidbi koza (Antunović, 2011). Selen je važan mikroelement i široko rasprostranjen u tijelu (Sanchez i sur., 2007), a njegova koncentracija u organizmu životinja ovisi o unosu hranom (Surai, 2006). Osnova su obroka u hranidbi preživača, pa tako i koza, voluminozna krmiva (oko 95%), a samo su manji dio koncentrirana krmivima (oko 5%). U hranidbi malih preživača većina se voluminoznih krmiva proizvode na lošije kvalitetnim tlima, koja su često visoke vlažnosti i kiselosti, što onemogućava biljke na kvalitetno usvajanje selena iz tla, čak i ako ga u tlu ima u dovoljnim količinama. U Svijetu postoje i endemska područja gdje nedostaje selena u tlu što uzrokuje i manjak selena u biljkama uzgajanim na takvim tlima (Oldfield, 1999; Gupta i Gupta, 2000). U Republici Hrvatskoj također postoje područja s nedostatkom selena u tlima (Gavrilović, 1982; Popijač i Prpić-Majić, 2002; Antunović i sur., 2010). Nedostatak selena kroz duže vremensko razdoblje utječe na smanjenje proizvodnosti i narušavanje zdravlja životinja (Surai, 2006; Suttle, 2010). Odgovarajuće metode za praćenje opskrbljenosti organizma selenom odnose se na utvrđivanje njegovoga sadržaja u krvi i proizvodima (Pavlata i sur., 2011, Antunović i sur., 2009a i b; Lyons i sur., 2007). Thomson i sur. (2004) su zaključili da sadržaj selena u plazmi ili serumu ukazuje na njegov status u organizmu u kraćem vremenskom razdoblju, sadržaj u punoj krvi (eritrocitima) ukazuje na status selena kroz nešto duže, a sadržaj u dlaci ili noktima na duže vremensko razdoblje. Cilj je ovoga istraživanja utvrditi status selena u koza iz ekološkog uzgoja.

## Materijal i metode

U istraživanju je bilo 10 koza pasmine alpina u 3. laktaciji tijekom zimske sezone. Istraživanje je provedeno na ekološkom certificiranom obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu koje se već dugi niz godina bavi ekološkim uzgojem koza. Koze su bile prosječne dobi 4 godine s jednim jaretom u leglu. Koze su hranjene smjesom žitarica (12% sirovih bjelančevina i 10 MJ NEL/kg) 1 kg/dnevno i livadnim sijenom (11% sirovih bjelančevina i 4,7 MJ NEL/kg) po volji. Krv je uzorkovana iz vene jugularis (10 mL) u sterilne vakutanere (Venoject®, Sterile Terumo Europe, Leuven, Belgium) i epruvete s antikoagulansom EDTA (etilen diamin tetraoctena kiselina) 30. dana laktacije. Krvni serum je odvojen centrifugiranjem tijekom 10 minuta pri okretajima od 3000/minuti. Vlažno razaranje uzoraka hrane te krvi i mlijeka provedeno je uz smjesu perklorne, sumporne i dušične kiselina u omjeru 1:1:5. Mjerenje razine selena provedeno je hidridnom tehnikom uz MHS (Mercury/Hydride System) tip 10, povezan s Perkin Elmer 2380 atomskim apsorpcijskim spektrometrom. Aktivnost GSH-Px utvrđena je u punoj krvi koza s komercijalnim „Ransel“ kitom (Randox Laboratories Ltd, London, UK). Metoda određivanja GSH-Px temelji se na katalizi reakcije oksidacije glutationa pomoću kumen hidrosiperoksida, a za očitavanje je korišten spektrofotometar UV/VIS JENWAY 6305. Rezultati istraživanja su obrađeni deskriptivnom statistikom (Statistica, 2008) i izraženi kao aritmetička sredina (mean), standardna devijacija (sd) te minimalna i maksimalna vrijednost. Nakon toga izračunate su korelacije i jednadžbe regresije.



Grafikon 1.  
Koncentracije selena  
u hrani koza iz  
ekološkog uzgoja

## Rezultati i rasprava

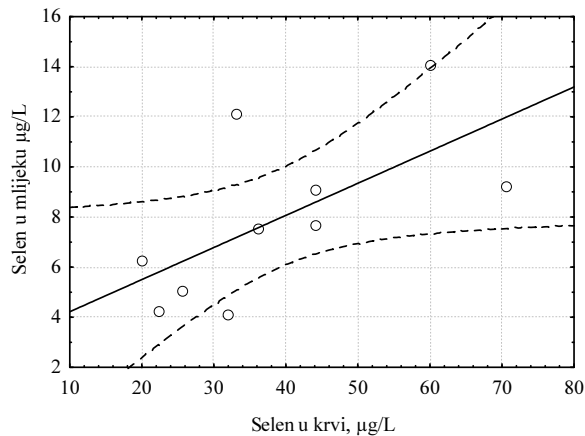
Na grafikonu 1 prikazane su koncentracije selena u hrani koza, a na tablici 1 statističke vrijednosti, korelacije i jednadžbe regresije za koncentracije selena u krvi i mlijeku koza te aktivnost GSH-Px u krvi koza u ekološkom uzgoju.

Analizirajući koncentracije selena u krvi koza iz ekološkog uzgoja vidljivo je da su one bile na donjoj granici deficijencije uspoređujući ih s navodima Pulsa (1994). Naime, navedeni autor tvrdi da je donja granica u krvnom serumu 30 µg/L, dok je u punoj krvi prema Bickhardt i sur. (1999) donja granica deficijencije 80 µg/L. Utvrđene koncentracije selena u mlijeku koza iz ekološkog uzgoja (7,92 µg/L) također ukazuju na nedostatak selena u hrani (Grafikon 1). Kao jedan od razlog može biti i to što se u ekološkom uzgoju životinja, osobito malih preživača, najčešće koriste krmiva proizvedena na vlastitim certificiranim zemljišnim površinama, koja su najčešće slabije plodnosti, a često i veće vlažnosti i kiselosti, što utječe na smanjeno usvajanje selena od strane biljaka. Istovremeno, u prilog navedenome su i istraživanja Antunovića i sur. (2010) koja ukazuju da je istraživano uzgojno područje deficitarno u pogledu sadržaja selena u tlu. Razlog navedenom može biti povezan i sa stadijem laktacije. Naime, najviša je proizvodnja mlijeka u koza u prvom mjesecu laktacije, kada je i provedeno istraživanja, a samim tim je i manja suha tvar u mlijeku. Prema nekim autorima problem može biti i visok sadržaj sulfata i fosfora u tlu (Andres i sur., 1997) jer oni inhibiraju apsorpciju selena (Sanchez i sur., 2007). Petrera i sur. (2009) te Rodriguez i sur. (2002) su utvrdili u kozjem mlijeku više koncentracije selena (od 23.31 do 31.26 µg/L te od 9.2 do 31.2 µg/L) u odnosu na naše rezultate. Antunović i sur. (2009a) utvrdili su manjak Se, Ca i Fe u obrocima ekološko držanih koza alpina pasmine u laktaciji, na ispaši, uz dodatak smjese žitarica, što je imalo za posljedicu i njihov deficit u krvi. Obroci na bazi sijena i koncentrata koji su sadržavali 0,027 i 0,004 mg/kg selena nisu bili dovoljni za održavanje normalne aktivnosti GSH-Px u krvi koza iz konvencionalnog uzgoja (Sanchez i sur., 2007). U istraživanju Laglandsa i sur. (1991) utvrđeno je da su granice nedostatka selena u hrani ovaca oko 0,03 do 0,05 mg/kg u suhoj tvari, dok je koncentracija selena u plazmi ovaca na ispaši bila 40,29, a u punoj krvi 70 µg/L. Navedeni rezultati u ovome istraživanju u skladu su s zaključcima drugih autora (Lyons i sur., 2007; Pavlata i sur., 2011) koji govore da se status selena u organizmu životinja može uspješno pratiti utvrđivanjem koncentracija selena u krvi i proizvodima.

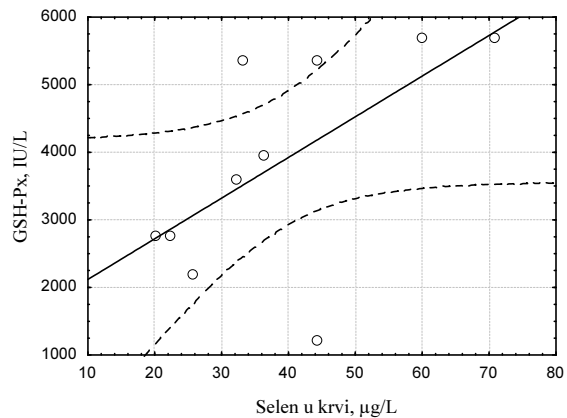
Značajne pozitivne korelacije utvrđene su između koncentracija selena u krvi i mlijeku ( $r=0,635$ ;  $P<0,05$ ) te koncentracija selena i aktivnosti GSH-Px u krvi ( $r=0,609$ ;  $P<0,05$ ). Na navedeno ukazuju i jednadžbe te krivulje regresije (tablica 1, grafikon 2 i 3). Jaču povezanost između sadržaja selena i aktivnosti GSH-Px u krvi koza ( $r=0,72$ ;  $P<0,01$ ) utvrdili su Pavlata i sur. (2011).

Tablica 1. Statističke vrijednosti, korelacije i jednadžbe regresije za sadržaj selena u krvi i mlijeku te aktivnost GSH-Px u krvi koza u ekološkom uzgoju

Statistička vrijednost	Sadržaj selena, µg/L		Aktivnost GSH-Px, IU/L
	Krv	Mlijeko	
Mean	38,89	7,92	3856,45
Standardna devijacija (sd)	16,34	3,30	1614,67
Max	70,74	14,07	5690,72
Min	20,09	4,08	1207,12
Korelacija (r)			
Se u krvi: Se u mlijeku	0,635		
Se u krvi : GSH-Px	0,609		
Jednadžba regresije			
Se u mlijeku = 2,9378 + 0,12819 * Se u krvi			
GSH-Px = 1516,9 + 60,158 * Se u krvi			



Grafikon 2. Jednadžba regresije za koncentracije selena u krvi i mlijeku koza



Grafikon 3. Jednadžba regresije za koncentracije selena i aktivnost GSH-Px u krvi koza

## Zaključci

Na osnovi dobivenih rezultata može se zaključiti da su koze u ekološkom uzgoju bile na granici deficijencije s obzirom na sadržaj selena unesen hranom što se očitivalo i u smanjenom sadržaju selena u krvi i mlijeku. Za preporučiti je obvezno praćenje kretanja selena u kompletnoj laktaciji koza te po mogućnosti nastaviti istraživanja s dodatkom selena u hranu koza u ekološkom uzgoju.

## Literatura

- Andres S., Jimenez A., Mane M.C., Sanchez J., Barrera R. (1997). Relation between some soil parameters and the blood glutathione peroxidase activity of grazing sheep. *Vet. Rec.* 141:267-268.
- Antunović Z. (2011). Ekološki uzgoj ovaca i koza. U: *Ekološka zootehnika* urednik Đ. Senčić. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, str. 92-120.
- Antunović Z., Steiner Z., Vegara M., Šperanda M., Steiner Z., Novoselec J. (2010). Concentration of selenium in soil, pasture, blood and wool of sheep. *Acta Veterinaria Beograd.* 60(2-3):263-271.
- Antunović Z., Šperanda M., Mioč B., Novoselec J., Šperanda T. (2009a). Zum Ernährungszustand von Ziegen unter organischen Produktionsbedingungen. *Tierärztliche Umschau* 64(1):18-23.
- Antunović Z., Novoselec J., Klačec T., Čavar S., Mioč B., Šperanda M. (2009b). Influence of different selenium sources on performance, blood and meat selenium content of fattening lambs. *Italian Journal of Animal Science* 8(3):163-165.
- Bickhardt K., Ganter M., Sallmann P., Fuhrmann H. (1999). Investigations on manifestations of vitamin E and selenium deficiency in sheep and goats, *Dtsch. Tierärztl. Wochenschr.* 106:242-247.
- Gavrilović B. (1982). Važnost količine selena u tlu i krmivima u odnosu na pojavu nekih bolesti goveda, svinja i ovaca. *Stočarstvo* 36(11-12):409-420.
- Gupta U.C., Gupta S.C. (2000). Selenium in soils and crops, its deficiencies in livestock and humans, Implications for management. *Comm soil sci & Plant Anal.* 31:1741-807.
- Laglands J.P., Donald G.E., Bowles J.E., Smith, A.J. (1991). Subclinical selenium insufficiency. 1. Selenium status and the response in liveweight and wool production of grazing ewes supplemented with selenium. *Austr. J. Experimental Agriculture* 31:25-31.
- Lyons M.P., Papazyan T.T., Surai P.F. (2007). Selenium in food chain and animal nutrition: lessons from nature – review. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 20(7):1135-1155.
- Oldfield J.E. (1999). *Selenium World Atlas. Selenium-Tellurium.* Dev. Assoc., Grimberg, Belgium.
- Pavlat L., Misurova L., Pechova A., Dvorak R. (2011). The effect of inorganic and organically bound forms of selenium on glutathione peroxidase activity in the blood of goats. *Veterinarni Medicina* 56(2):75-81.

## **Selenium status of goats in organic breeding**

- Petrera F., Calamari L., Bertin G. (2009). Effect of either sodium selenite or Se-yeast supplementation on selenium status and milk characteristics in dairy goats. *Small Ruminant Research* 82:130-138.
- Popijač V., Prpić-Majić D. (2002). Koncentracije selena u tlu i pšenici u okolici Koprivnice. *Archives of Industrial Hygiene and Toxicology* 53(2):125-133.
- Puls R. (1994). *Mineral levels in animal health: Diagnostic data* 2<sup>nd</sup> ed. Sherpa Int., Clearbook, BC, Canada.
- Rodriguez E.M.R., Alaejos M.S., Romeo C. (2002). Mineral content in goat's milk. *J. Food Qual.* 25:343-358.
- Sanchez J., Montes P., Jimenez A., Andres S. (2007). Prevention of clinical mastitis with barium selenate in dairy goats from a selenium-deficient area. *Journal of Dairy Science* 90:2350-2354.
- Statistica (2008). Stat Soft, Inc. version 8.0, [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).
- Surai P.F. (2006). *Selenium in nutrition and health*. Nottingham University Press, p. 974.
- Suttle N. F. (2010). *Mineral nutrition of livestock*. 4<sup>th</sup> ed. Cabi International, UK, USA., p. 587.
- Thomson C.D. (2004). Assessment of requirements for selenium and adequacy of selenium status: A review. *European Journal of Clinical Nutrition* 58:391-402.

## **Zahvala**

Ovaj rad je nastao u sklopu VIP Projekta Ministarstva poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja RH.

**sa2012\_0701**

# Tovna i klaonička svojstva janjadi cigaja pasmine

Zvonko ANTUNOVIĆ, Đuro SENČIĆ, Goran TOMAŠIĆ, Josip NOVOSELEC, Željka KLIR

Sveučilište J. J. Strossmayer u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Trg Sv. Trojstva 3, 31000 Osijek, Hrvatska  
(e-mail: zantunovic@pfos.hr)

## Sažetak

Cilj ovoga istraživanja bio je utvrditi tovnost i klaonička svojstva janjadi cigaja pasmine. U istraživanju je bilo 30 janjadi cigaja pasmine od partusa do dobi 81 dan. Janjad je ravnomjerno podijeljena prema spolu i vagana po partusu, pri početku prihrane (u dobi 31. dana) te po završetku tova. Nakon klanja janjadi obavljena je klaonička obrada janječih trupova i uzete su linearne mjere. Analizirajući tovnost i klaonička svojstva janjadi cigaja pasmine vidljivo je da su ona bila u granicama zabilježenih vrijednosti u dosadašnjim istraživanjima. Utvrđene linearne mjere janječih trupova bile su u granicama očekivanih vrijednosti s obzirom na to da se cigaja ubraja u eksterijerno razvijenije pasmine ovaca. Ostvareni lošiji prosječni dnevni prirasti janjadi u razdoblju sisanja te dobri prirasti janjadi, nakon uvođenja u njihove obroke krmne smjese, ukazuju na neodgovarajuću hranidbu ovaca. Rezultati dobiveni u ovom istraživanju daju nam poticaj za daljnja nastojanja u očuvanju i širenju uzgoja cigaja pasmine ovaca.

Ključne riječi: cigaja, janjad, tovnost, klaonička svojstva

## Fattening and slaughtering traits of Tsigai lambs

### Abstract

The aim of this study was to determine the fattening and slaughtering traits of lambs Tsigai breed. The research was conducted with 30 lambs Tsigai breed from birth to age 81 days. Lambs are evenly divided by sex and weighed at birth, at the beginning of the supplementary feeding (the 31<sup>st</sup> day of age) and by the end of fattening. After slaughtering of lambs was performed slaughter processing lambs carcasses and were taken linear measures. Analyzing the fattening and slaughtering traits of lambs Tsigai breed it is evident that it was within the values recorded in previous research. Determined linear measures of lamb carcasses were within the expected values due to the fact that Tsigai belongs to exterior developed breeds of sheep. Achieved lower average daily gain of lambs during suckling period and good weight gain, after the introduction in their meal feed mixture, point to the inadequate nutrition of ewes. The results obtained in this study give us a support for continued efforts in maintaining and expanding the breeding Tsigai breed of sheep.

Key words: Tsigai, lambs, fattening traits, slaughtering traits

### Uvod

Očuvanje biološke raznolikosti sve je više zastupljeno u svijetu. U sklopu navedenoga već se duži niz godina poduzimaju određeni postupci s ciljem očuvanja animalnih genetski resursa. U očuvanju genetskih resursa u ovčarstvu posljednjih se godina i u Republici Hrvatskoj poduzimaju značajne mjere (Caput i sur., 2011). Zaštita ugroženih pasmina i genotipa ovaca u Republici Hrvatskoj ogleda se kroz utvrđivanje brojnosti

ugroženih populacija ovaca i istraživanja njihove proizvodnosti te njihove genetske karakterizacije i mogućnosti genetskog napretka. Cigaja pripada skupini kombiniranih pasmina ovaca, a u našim uvjetima uzgoja usmjerena je u proizvodnju mesa. Prema podacima Hrvatske poljoprivredne agencije u Republici Hrvatskoj se uzgaja 1.785 grla ovaca cigaja pasmine pod selekcijskim obuhvatom (HPA, 2010), što ju svrstava u potencijalno ugroženu pasminu. Dosadašnja istraživanja proizvodnih svojstava ovaca cigaja pasmine u Republici Hrvatskoj (Vrdoljak i sur., 2007; Antunović i sur., 2011) ukazuju da je Hrvatska cigaja tjelesno razvijenija od one koja se uzgaja u susjednim zemljama (Ćinkulov i sur. 2003; Gaspardy i sur., 2001). Tovna svojstva janjadi cigaja pasmine do sada su proučavana (Rastija i sur., 1991; Rastija i sur., 1995; Antunović i sur., 2008, 2010a,b i 2011; Vlaic i sur., 2008), ali njihova klaonička svojstva vrlo malo (Rastija i sur., 1991; Ghita i sur., 2009). Prateći navedeno, osmišljeno je i ovo istraživanje s ciljem utvrđivanja proizvodnog potencijala janjadi cigaja pasmine s obzirom na njihova tovnost i klaonička svojstva.

### Materijal i metode

Istraživanje je provedeno na OPG "Tomašić" u Novoj Kapeli. U pokus je bilo 30 janjadi cigaja pasmine od janjenja do 81. dana. Janjad je bila podijeljena prema spolu (50% grla ženskoga i 50% muškoga spola). Istraživanje je započelo odmah nakon poroda vaganjem koje je provedeno i prije prihrane te prije klanja janjadi. Nakon toga, izračunati su dnevni prirasti janjadi. Vaganje je izvedeno s pomoću vage za pojedinačno mjerenje mase, s točnošću od 0,1 kg. Janjad je držana s majkama 31 dan kada je sisala po volji. Nakon toga, janjad je hranjena po volji tijekom 50 dana s krmnom smjesom i livadnim sijenom sve do klanja. Uz to, janjad je i dalje sisala majke sve do klanja. U tablici 1. prikazan je sirovinski sastav krmne smjese kojom je janjad hranjena. Klanje janjadi i klaonička obrada janjećih trupova provedeno je u istoimenoj klaonici navedenoga poljoprivrednog gospodarstva. Nakon klanja janjadi izmjerena je masa toplih trupova s iznutricama, masa kože, masa nogu, masa probavnog sustava i masa krvi. Nakon što je izvršeno vađenje iznutrica, pristupilo se vaganju pluća, jetre, slezene i trbušne maramice. Janjeći trupovi su nakon vađenja iznutrica ostavljeni na hlađenju 24h na temperaturi +4°C u dubini buta te je nakon toga uzeta masa hladnih janjećih trupova. Također su izračunati i randman toplog trupa s iznutricama i randman hladnog trupa s iznutricama. Nakon obrade janjećih trupova na liniji klanja izmjereni su linearni pokazatelji janjećih trupova (dužina trupa:os pubis – atlas; dužina buta: petna kvrga – sjedna kost i opseg buta: najširi dio) pomoću mjerne čelične vrpce (cm). Rezultati istraživanja obrađeni su deskriptivnom statistikom u kompjutorskom programu Statistica Stat Soft Windows (2008), a prikazani su kao srednja vrijednost (Mean), standardna devijacija (SD), minimalna i maksimalna vrijednost (Min i Max) te standardna greška (SE).

Tablica 1. Sirovinski sastav krmne smjese za janjad

Sastojak	Udio (%)
Kukuruz	33
Zob	14
Pšenica	20
Sojina sačma	13
Sačma suncokreta	17
Vapnenac	1
Fosfonal	1
Sol	0,5
VAM	0,5
Ukupno:	100

### Rezultati i rasprava

U tablici 2 prikazana su tovnost svojstva janjadi cigaja pasmine.

Analizirajući tovnost svojstva janjadi cigaja pasmine vidljivo je da su ona bila u granicama zabilježenih vrijednosti u dosadašnjim istraživanjima (Rastija i sur., 1995; Antunović i sur., 2008, 2010 a i b te 2011). Niže porodne mase cigaja janjadi i njihove priraste u istraživanju u Rumunjskoj utvrdili su Vlaic i sur. (2008). Navedeni autori navode da je porodna masa ženske janjadi cigaja pasmine iznosila 3,40 kg, a muške janjadi 3,60 kg. U spomenutom istraživanju utvrđeni dnevni prirasti ženske janjadi cigaja pasmine bili su 158 g, a muške janjadi 163 g. Istraživanje koje je također provedeno u Rumunjskoj (Ilisiu i sur., 2010) ukazuje da je janjad cigaja pasmine ostvarila lošije prosječne priraste u dobi od 100 dana (201 g) u usporedbi s našim

rezultatima. U istraživanju Pascala i sur. (2011) utvrđena je također niža porodna i masa 90. dana muške i ženske janjadi cigaja pasmine (4,20 i 3,32 kg te 23,16 i 19,75 kg) u odnosu na dobivene rezultate u ovome istraživanju. Iz tablice 2. razvidno je da je janjad u sisajućem razdoblju (do dobi 31. dana) ostvarila lošije dnevne priraste, što ukazuje na neodgovarajuću hranidbu ovaca-majki. Poznato je da je rast janjadi u razdoblju sisanja, najvećim dijelom, uz genotip, pod utjecajem hranidbe ovaca-majki (Pulina, 2004). Na navedeno ukazuju i uočeni bolji dnevni prirasti janjadi nakon uvođenja krmne smjese u njihove obroke, što također ističe i dobar proizvodni potencijal cigaje za proizvodnju mesa.

U tablici 3 prikazana su klaonička svojstva janječih trupova.

Utvrđena klaonička svojstva janječih trupova, prvenstveno uspoređujući randmane trupova, bila su u suglasju s rezultatima Rastije i sur. (1985 i 1990). Nešto niži randman trupa janjadi cigaja pasmine (51,68%) u sisajućem razdoblju, u dobi 66 dana, utvrđen je u istraživanjima Ghita i sur. (2009) provedenim u Rumunjskoj.

Tablica 2. Tovna svojstva janjadi cigaja pasmine

Svojstvo	Statistički pokazatelj				
	Mean	SD	Min	Max	SE
Tjelesna masa, kg					
Porodna	5,39	0,51	4,00	6,10	0,09
Prije prihrane	10,92	0,65	9,50	12,40	0,12
Prije klanja	29,99	1,80	27,00	34,50	0,33
Dnevni prirast, g					
Od poroda do prihrane	178,49	10,00	164,52	212,90	0,001
Od prihrane do klanja	381,27	24,88	340,00	450,00	0,006
Prosječno	303,66	17,24	280,25	351,85	0,003

Tablica 3. Klaonička svojstva janječih trupova cigaja pasmine

Svojstvo, kg	Statistički pokazatelj				
	Mean	SD	Min	Max	SE
Masa toplog trupa	16,31	1,02	14,40	18,50	0,19
Masa hladnog trupa	15,30	1,01	13,50	17,50	0,18
Randman toplog trupa s iznutricama, %	54,38	1,00	52,94	56,74	0,18
Randman hladnog trupa s iznutricama, %	51,01	1,03	49,30	52,87	0,19
Masa kože	1,93	0,21	1,30	2,40	0,04
Masa nogu	1,01	0,16	0,70	1,30	0,03
Masa probavnog sustava	8,85	0,39	7,80	9,70	0,08
Masa jestivih iznutrica	1,10	0,19	0,70	1,60	0,04
Masa trbušne maramice	0,25	0,06	0,20	0,40	0,01
Masa krvi	0,55	0,05	0,50	0,60	0,009

Tablica 4. Linearne mjere janječih trupova cigaja pasmine

Mjera, cm	Statistički pokazatelj				
	Mean	SD	Min	Max	SE
Dužina trupa (os pubis - atlas)	61,40	1,63	58,00	64,00	0,30
Dužina buta (petna kvrga-sjedna kost)	28,80	1,42	27,00	32,00	0,26
Opseg buta (najširi dio)	35,97	1,96	32,00	39,00	0,35
Indeks buta, %	80,15	3,09	75,00	88,57	0,56

Utvrđene linearne mjere janječih trupova cigaja pasmine bile su u granicama očekivanih s obzirom na eksterijernu razvijenost cigaja pasmine.

### Zaključci

Utvrđena tova i klaonička svojstva janjadi cigaja pasmine slična su onima ostvarenima u dosadašnjim istraživanjima. Nešto lošiji prosječni prirasti janjadi u razdoblju sisanja, prije uvođenja krmne smjese u njihove obroke, ukazuju na lošiju hranidbu majki. Klaonička svojstva i linearne mjere janječih trupova cigaja



pasmine bile su u granicama očekivanih vrijednosti. Dobiveni rezultati ukazuju na nužnost očuvanja i širenja uzgoja cigaja pasmine.

### Literatura

- Antunović Z., Senčić Đ., Šperanda M., Novoselec J. (2008). Fenotipske i metaboličke značajke janjadi cigaja pasmine. Zbornik radova 43. hrvatskog i 3. međunarodnog znanstvenog simpozija agronoma. Opatija, 18 - 21. 02. 2008., str. 795-799.
- Antunović Z., Novoselec J., Senčić Đ., Šperanda M., Steiner Z., Samac D. (2010a): Proizvodna svojstva i biokemijski pokazatelji u krvi janjadi u ekološkoj proizvodnji. Zbornik radova 45. hrvatskog i 5. međunarodnog znanstvenog simpozija agronoma. Opatija, 16.- 20. 02. 2010., str. 1009-1013.
- Antunović Z., Novoselec J., Šperanda M., Domaćinović M., Djidara M. (2010b): Praćenje hranidbenog statusa janjadi iz ekološkog uzgoja. Krmiva 52(1): 27-34.
- Antunović Z., Novoselec J., Steiner, Z., Samac, D. (2011). Fenotipske odlike cigaje u ekološkom uzgoju. Zbornik radova 46. hrvatskog i 6. međunarodnog simpozija agronoma. Opatija, 14. – 18. 02. 2011., str. 823-827.
- Caput P., Ivanković A., Mioč B. (2010): Očuvanje biološke raznolikosti u stočarstvu. Hrvatska mljekarska udruga. Zagreb.
- Ćinkulov M., Krajinović M., Pihler I. (2003). Phenotypic difference between two type of Tsigai breed of sheep. *Lucr. St. Zoot. Biot. Timisoara*, XXXVI,295-299.
- Gaspardy A., Eszes F., Bodo I., Koppány G., Keszthelyi T., Marton F. (2001). A cigaja (berke) juhfejta hazai változatanaik alkattani összehasonlító vizsgálat. *Allattenyesztes es Takarmanyozas* 50(1):33-42.
- Ghita E., Plemus R., Lazar C., Rebedea M. (2009). Comparative research on carcass quality in suckling lambs of different local sheep breeds. *Archiva Zootechnica* 12(1):38-47.
- HPA (2010). Godišnje izvješće. Zagreb.
- Ilisiu E., Daraban S., Gabi-Neascu M., Ilisiu V.C., Rahman G. (2010). Improvement of lamb production in Romania by crossbreeding of local Tsigai breed with high performance breeds. *Agriculture and Forestry Research* 4(60):259-266.
- Pascal C., Gilca I., Costica C. (2011). Researches regarding the productive capacity of half-breeds F1 obtained in Romania from crossing of Tsigai sheep with Blackhead Teleorman breed rams. *Biotechnology in Animal Husbandry* 27(3):1131-1138.
- Pulina, G. (2004). Dairy sheep nutrition. CABI Publishing, 213.
- Rastija T., Berić B., Baban M., Čatipović I. (1995). Utjecaj tropasminskog križanja ovaca na prirast janjadi. *Stočarstvo* 49(3-4):95-100.
- Rastija T., Baban M., Mamić M., Čatipović I. (1991). Utjecaj križanja tovne pasmine suffolk i domaće cigaje na proizvodnju janjadi za klanje. *Stočarstvo* 45(5-6):161-164.
- Rastija T., Knapić A., Čatipović I., Ivanković F., Jovanovac S. (1985). Komparativni prikaz prirasta čistopasminske janjadi i križanaca uz maksimalno korištenje voluminoznih krmiva. *Stočarstvo* 1-2.
- STATISTICA-Stat Soft, Inc. version 8.0, 2008, [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).
- Vlaic A., Sighet C., Oroian T., Cighi V., Odagiu A., Criste F., Daraban S. (2008). Results concerning the growing dynamics in young sheep hybrid Suffolk x Tsigai and Tsigai, from lambing to weaning. *Lucrari stiintifice Zootehnie si Biotehnologii*, 41(2):799-804.
- Vrdoljak, J., Pavić, V., Mioč, B., Barać, Z., Vnućec, I., Prpić, Z., (2007). Vanjština cigaje. *Stočarstvo* 61(5):347-357.

### Zahvala

Ovaj rad je nastao u sklopu projekta Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa RH.

sa2012\_0702

# Total quality management u sustavnom suzbijanju trihineloze na području Vukovarsko-srijemske županije

Željka BAJTO<sup>1</sup>, Ivan ŠTEFANIĆ<sup>2</sup>, Ana NIKŠIĆ<sup>2</sup>, Vedran BERTIĆ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Zavod za javno zdravstvo Osječko-baranjske županije, Franje Krežme 1, 31000 Osijek, Hrvatska  
(e-mail: zeljka.bajto@gmail.com)

<sup>2</sup>Tera Tehnopolis d.o.o., Trg Ljudevita Gaja, 31000 Osijek, Hrvatska

## Sažetak

Cilj istraživanja bi je kvantificirati troškove dijagnostike, liječenja i hospitalizacije oboljelih osoba od trihineloze na području Vukovarsko-srijemske županije i usporediti ih s inkrementalnim troškovima deratizacije u cilju prevencije pojave trihineloze. Trošak deratizacije u razdoblju od 1999.-2010. godine iznosio je 19.014.322 kn, naknada šteta isplaćena vlasnicima za životinje kod kojih je utvrđena prisutnost *Trichinella spiralis* i naknada za ukljanjanje lešina životinja iznosila je 11.512.262 kn, dok su ukupni troškovi dijagnostike, liječenja i hospitalizacije za 34 osobe iznosile 250.281,53 kn, što u prosjeku iznosi 7.361,23 kn/bolesniku.

Ključne riječi: trihinelozna, broj oboljelih, troškovi deratizacije, cost-benefit analiza

## Total quality management in a systematic suppression of trichinosis in the Vukovar-Syrmia county

### Abstract

The aims of study were not only estimation of costs for diagnosis, treatment and hospitalization of patients infected with *trichinosis* in the Vukovar-Syrmia County but also comparisons between obtained costs with incremental costs of deratization in regard to trichinosis prevention. The determined cost of deratization during period from 1999. to 2010. was 19.014.322 HRK, compensation costs including costs of infected animal carcasses removal was 11.512.262 HRK while costs for diagnosis, treatment and hospitalization of 34 infected patients were 250.281,53 HRK. To summarize, estimated average costs per infected patient were 7.361,23 HRK.

Key words: trichinosis, the number of infected patients, costs of deratization, cost-benefit analysis

### Uvod

Širenje trihineloze u Hrvatskoj predstavlja značajan javno-zdravstveni problem. Epidemijski proces ekološki je proces nastanka, širenja i nestanka infekcije unutar ljudske populacije. Dva su temeljna oblika pojavnosti, endemijski i epidemijski. Endemija podrazumijeva neprekinutu prisutnost uzročnika bolesti u nekoj populaciji i njegovo neprekinuto kruženje. Pojam epidemije označuje povećanje broja oboljelih od bolesti u određenom prostoru i vremenu. Izvor invazije za ljude najčešće je konzumiranje nedovoljno kuhanog ili pečenog trihineloznog mesa svinja. Rjeđe se javljaju pojedini slučajevi vezani za konzumiranje mesa divljih

svinja, medvjeda, jazavaca te drugih divljih životinja. Osnova za objektivno zaključivanje u epidemiologiji su točni podaci o oboljelima. U Republici Hrvatskoj se ti podaci dobivaju uhodanim sustavom obvezatnog i zakonski reguliranog prijavljivanja zaraznih bolesti, odnosno invazijskih bolesti. Praćenjem epidemiološko-epizootiološke situacije u Hrvatskoj ustanovljeno je da se bolest pojavljuje u krajevima istočne Slavonije koja je poznata po tradicionalnom načinu uzgoja svinja. Sustavno praćenje trihineloze u Republici Hrvatskoj provodi se od kraja 1995. godine, kada je donešena prva Naredba o obvezatnom trihineloskopskom pregledu mesa svinja zaklanih za potrebe vlastitog domaćinstva (NN 111/95), koja je određivala obvezatan pregled zaklanih svinja za potrebe vlastitog domaćinstva samo na endemičnim područjima. Naredba o obvezatnom pregledu svinja koje se kolju za potrebe vlastitog domaćinstva donešena na području cijele Republike Hrvatske (NN 144/98). Od 1995-1999. godine povećao se broj pregledanih uzoraka mesa zaklanih svinja za potrebe vlastitog domaćinstava, a time i broj pozitivnih uzoraka. Odredbom Zakona o veterinarstvu (NN 41/07) trihineloza je na listi bolesti životinja čije je sprečavanje i suzbijanje od interesa za Republiku Hrvatsku. Kretanje zaraznih i nametničkih bolesti koje se suzbijaju temeljem spomenutog Zakona prati Uprava za veterinarstvo Ministarstva poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja (MPRRR).

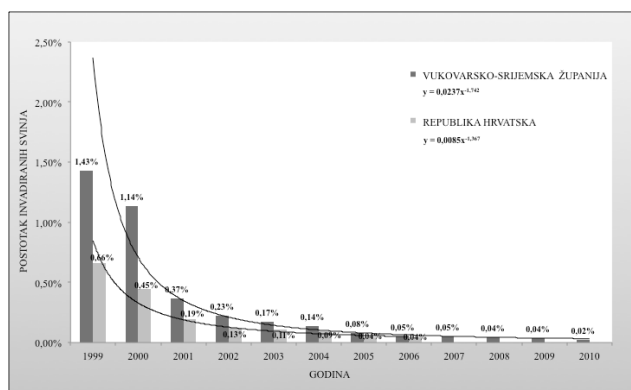
### Materijal i metode

Analiza utjecaja trihineloze u Hrvatskoj započinje proučavanjem dugoročne vremenske serije za koje se interpoliraju odgovarajuće krivulje i izračunavaju njihove jednadžbe. Proučava se cikličnost i udjel Vukovarsko-srijemske županije u odnosu na ukupan broj oboljelih u Hrvatskoj. Pripremljena je SWOT analiza programa suzbijanja trihineloze u Republici Hrvatskoj, a samo istraživanje se zaključuje izradom analize ukupnih troškova i koristi (*engl. cost-benefit analysis*) na razini poljoprivrede, a kasnije i na razini zdravstvene zaštite ljudi.

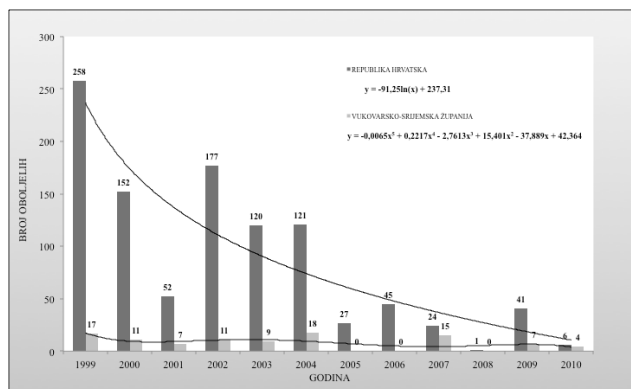
U ovom radu objavljuju se i analiziraju podaci o postotku invadiranih svinja, broju oboljelih osoba u Vukovarsko-srijemskoj županiji u odnosu na Hrvatsku, ukupno isplaćeni iznosi naknada šteta vlasnicima za životinje kod kojih je utvrđena prisutnost *T. Spiralis*, te uklanjanje lešina životinja (po epizootiološkim područjima), broju hospitaliziranih osoba u Općoj bolnici Vinkovci. Ukupni troškovi za saniranje posljedica izazvanih bolešću stavljeni su u odnos prema isplaćenim naknadama za deratizaciju od strane MPRRR u Vukovarsko-srijemskoj županiji u razdoblju od 1999.-2010. godine.

### Rezultati i rasprava

Tijekom promatranog razdoblja od 1999.-2006. godine prisutan je značajan pad postotka invadiranih svinja u odnosu na pregledani broj uzoraka na području Vukovarsko-srijemske županije. Postotak se smanjio sa 1,43% na svega 0,02%. Ranije godine nisu bile predmet proučavanja budući da se radi o okupiranom području na kojem se nisu sustavno provodile zoonitarne mjere, odnosno deratizacija kao izuzetno važna mjera u sprečavanju i suzbijanju trihineloze. Okupacija tog područja uzrokovala je povoljne uvjete za razmnožavanje glodavaca koji su glavni rezervoari i prenositelji trihineloze kao bolesti.



Grafikon 1. Trend kretanja postotka invadiranih svinja u Vukovarsko-srijemskoj županiji (1999.-2006.) u odnosu na Republiku Hrvatsku (1999.-2006.); Izvor: Zavod za javno zdravstvo Vukovarsko-srijemske županije



Grafikon 2. Pojavnost Trihineloze na području Vukovarsko-srijemske županije u odnosu na Republiku Hrvatsku (1999.-2010.); Izvor: Zavod za javno zdravstvo Vukovarsko-srijemske županije

Tablica 1. Trošak deratizacije i isplaćena šteta vlasnicima životinja i naknada za uklanjanje lešina

Godina	Trošak deratizacije (Kn)	Isplaćena naknada šteta vlasnicima životinja i naknada za uklanjanje lešina (Kn)
1999.	1.260.454	3.139.298
2000.	1.715.027	4.563.686
2001.	1.469.069	1.333.019
2002.	1.571.366	618.018
2003.	1.662.846	393.411
2004.	1.520.219	414.673
2005.	1.008.980	239.446
2006.	179.895	92.272
2007.	1.943.770	158.726
2008.	1.818.574	143.611
2009.	2.962.781	286.433
2010.	1.901.341	129.669
Ukupno	19.014.322	11.512.262

Izvor: Ministarstva poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja

U 1999. godini od ukupno 258 oboljelih osoba u Hrvatskoj, 6,6 % se odnosi na Vukovarsko-srijemsku županiju. Važno je istaknuti da trend konstantnog smanjenja broja invadiranih svinja (grafikon 1.) ipak nije uvjetovao smanjenje broja oboljelih (grafikon 2.). Tijekom promatranog razdoblja vidljiva su značajna odstupanja broja oboljelih posebice 2003., 2004. i 2007. godine. Tablica br.1-Troškovi programa suzbijanja T.Spiralis, isplaćena naknada šteta vlasnicima životinja i naknada za uklanjanje lešina od strane MPRRR na području Vukovarsko-srijemske županije.

Ukupna naknada isplaćene deratizacije za razdoblje od 1999. do 2010. godine iznosila je 19.014.322 kn, dok je naknada šteta vlasnicima za životinje kod kojih je utvrđena prisutnost trihinele i naknada za uklanjanje lešina životinja iznosila 11.512.262 kn.

Osobama oboljelim od trihineloze, bez miokarditisa, potrebno je u prosjeku 78 dana za liječenje i oporavak, dok kod oboljelih osoba sa miokarditisom liječenje i oporavak u prosjeku traje ukupno 125 dana. Bolovanja do 42 dana je na teret poslodavca, dok preostali dani bolovanja idu na teret Hrvatskog zavoda za zdravstveno osiguranje koji oboljelim osobama isplaćuje naknadu neto plaće i to osnove neto plaće 80% do 2001., a u narednim godinama 70%. Naknada koje se isplaćuju na teret HZZO nisu oporezive i državni proračun „gubi“ 100% poreza i doprinosa iz i na plaću oboljele osobe (Legen, 2008). Ukupni troškovi dijagnostike, liječenja i hospitalizacije u razdoblju od 1999.-2010. godine iznose 250.281,53 kn, što u prosjeku iznosi 7.361,23 kn/bolesniku.

Tablica 2. Troškovi hospitalizacije oboljelih od trihineloze u Općoj bolnici Vinkovci

Godina	Ukupan broj bolesnika	Bez miokarditisa			S miokarditisom			Ukupno
		Trošak po bolesniku	Broj bolesnika	Ukupni troškovi	Trošak po bolesniku	Broj bolesnika	Ukupni troškovi	
1999.	1	6.901,09	1	6.901,09	15.644,47	-	-	6.901,09
2000.	4	6.901,09	4	27.604,36	15.644,47	-	-	27.604,36
2001.	4	6.901,09	4	27.604,36	15.644,47	-	-	27.604,36
2002.	3	6.901,09	3	20.703,27	15.644,47	-	-	20.703,27
2003.	-	6.901,09	-	-	15.644,47	-	-	-
2004.	12	6.901,09	12	82.813,08	15.644,47	-	-	82.813,08
2005.	-	6.901,09	-	-	15.644,47	-	-	-
2006.	-	6.901,09	-	-	15.644,47	-	-	-
2007.	1	6.901,09	1	6.901,09	15.644,47	-	-	6.901,09
2008.	-	6.901,09	-	-	15.644,47	-	-	-
2009.	5	6.901,09	4	34.505,45	15.644,47	1	15.644,47	50.149,92
2010.	4	6.901,09	4	27.604,36	15.644,47	-	-	27.604,36

Izvor: Zarazni odjel – Opća bolnica Vinkovci

Tablica 3. SWOT analiza Programa suzbijanja trihineloze u Republici Hrvatskoj

Snage	Slabosti
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potpuni obuhvat</li> <li>• Besplatan za krajnje korisnike</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Korištenje kemijskih sredstava u postupku deratizacije i negativan utjecaj na okoliš</li> <li>• Troškovi postupka deratizacije</li> </ul>
Mogućnosti	Prijetnja
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sprečavanje kontakta svinje i glodavca</li> <li>• Kroz modernizaciju obiteljskih gospodarstava minimiziranje kontakta svinje i glodavca</li> <li>• Osvješčivanje uzgajivača svinja o pravilnom uzorkovanju za analizu zaraženosti trihinelom</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Invadirane divlje životinje</li> <li>• Smanjivanje konzumacije tradicionalnih mesnih prerađevina zbog mogućnosti zaraze</li> <li>• Izostanak suradnje u provedbi programa od strane jedinica lokalne samouprave</li> </ul>

## Zaključci

Trošak deratizacije u razdoblju od 1999.-2010. godine iznosio je 19.014.322 kn, naknada šteta isplaćena vlasnicima za životinje kod kojih je utvrđena prisutnost *Trichinella spiralis* i naknada za ukljanjanje lešina životinja iznosila je 11.512.262 kn, dok su ukupni troškovi dijagnostike, liječenja i hospitalizacije za 34 osobe iznosile 250.281,53 kn, što u prosjeku iznosi 7.361,23 kn/bolesniku.

Mjere pojačane deratizacije uz otkup svih svinja iz zaraženih dvorišta utjecale su na značajan pad postotka invadiranih svinja. Evidentan napredak je zabilježen u Vukovarko –srijemskoj županiji. Broj pozitivnih uzoraka u domaćinstvima je 1999. godine na području Vukovarsko-srijemske županije iznosio 2.479 što čini 61,8 % od ukupnih pozitivnih uzoraka u RH. U 2006. godini broj se smanjio na 64 pozitivna uzorka odnosno 22,5 % ukupnih pozitivnih uzoraka u RH. Podaci ukazuju na uspješnije suzbijanje trihineloze na području VSŽ u odnosu RH. Broj oboljelih osoba se također smanjio, u 1999. god. iznosio je 17, u 2010. god. smanjen je na svega 4 oboljele osobe na području VSŽ. Program suzbijanja trihineloze u RH u razdoblju od 1999.-2010. godini je pozitivno utjecao i na smanjenje pozitivnih uzoraka svinja i na broj oboljelih osoba.

## Literatura

- Aleraj B. (2000). Stanje humane trihineloze u Hrvatskoj. Prvi hrvatski simpozij o trihinelozu, Kutjevo. Zbornik radova, str. 77-83.
- Aleraj B. (2003). Trihineloz (trichinellosis). U: Epidemiologija zaraznih bolesti, ur. Ropac, D., Medicinska naklada, Zagreb, str. 311-321.
- Correa D., De La Rossa J.L., Ortega-Pierres M.G. (1995). Trichinellosis: human epidemiological data in Mexico from 1939.-1995. In: Ortega – Pierres, M. G. Gamble, H. R., Van Knapen, F., Wakelin, D., editors. Trichinellosis. Mexico: Centro de Investigacion y Estudios Avanzados del Instituto Politecnico Nacional, pp. 519-523.

- Desnica B., Beus A., Granić J., Makek N. (2001). Farmakoeekonomska analiza bolničkog liječenja bolesnika od trihineloze. 2. Hrvatski simpozij o trihinelozu s međunarodnim sudjelovanjem. Zbornik sažetaka, str. 69.
- Hull T. G. (1961). Bolesti koje se od životinja prenose na čovjeka - zoonoze. Prijevod: A. Štampar, predgovor.
- Korunic Z. (1998). "Novine u struci DDD djelatnost u Republici Hrvatskoj", Zagreb.
- Krajcar D. (2001). "Dezinfekcija, Dezinsekcija, Deratizacija" Zagreb.
- Legen S. (2008). Ekonomske štete uzrokovane trihinelozom u Hrvatskoj. Disertacija. Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Marinculić A., Živičnjak T., Beck R., Duraković E. (2001). Uloga štakora selca u epizootiologiji trihineloze. IV Znanstveno-stručni skup iz DDD-a s međunarodnim sudjelovanjem: „Zdravo očuvati zdravim u novom tisućljeću“, Bizovačke toplice. Zbornik radova, str. 301-305.
- Tadić M., Lončar A. M. (1985). Štete zbog parazitarnih bolesti životinja u Hrvatskoj. Praxis veterinaria 1-2:91-94.

**sa2012\_0703**

# Perspektiva uzgoja lipicanaca u Hrvatskoj: genetska raznolikost

Mato ČAČIĆ<sup>1</sup>, Vlatka ČUBRIĆ ČURIK<sup>2</sup>, Stjepan ŠIMUNDŽA<sup>3</sup>, Ino ČURIK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hrvatska poljoprivredna agencija, Ilica 101, 10000 Zagreb, Hrvatska  
(e-mail: mcacic@hpa.hr)

<sup>2</sup>Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska

<sup>3</sup>VAD – Alkarska ergela d.o.o., Šetalište Alojzija Stepinca 2, 21230 Sinj, Hrvatska

## Sažetak

Lipicanska pasmina je utemeljena 1580. godine u ergeli Lipica i jedna je od najpoznatijih pasmina konja na svijetu. Na tlu Republike Hrvatske lipicanac se uzgaja od 1700. godine, a današnji nacionalni uzgoj čine tri uzgoja: ergele Lipik i Đakovo, te zemaljski uzgoj. Istraživanja rodovnika, morfologije i D-loop regije mitohondrijske DNA potvrđuju postojanje dva tipa lipicanaca u hrvatskom nacionalnom uzgoju, „klasičnog“ i „zaprežnog“. Dva lipicanska tipa kao dva različita genska bazena predstavljaju veliko nacionalno blago, kako genetsko tako i kulturno. U cilju očuvanja tog blaga za budućnost, nedostaje nacionalna strategija koja bi objedinila sva tri uzgoja. U ovom radu daje se prijedlog jedinstvene nacionalne strategije uzgoja lipicanaca u Republici Hrvatskoj.

ključne riječi: Hrvatska, lipicanac, genetska raznolikost, strategija uzgoja

## Perspective of Lipizzan horses breeding in Croatia: genetic diversity

### Abstract

Lipizzan breed was founded in 1580 in Lipica stud farm, and it is one of the most famous horse breeds in the world. On the territory of the Republic of Croatia, Lipizzan horse is bred since the year of 1700, and present national breeding is consisted of three segments: stud farms Lipik and Đakovo and private breeding. Pedigree, morphology, and D-loop region of mitochondrial DNA researches confirm the existence of two types of Lipizzan horses in Croatian national breeding, “Classic” and “Tandem”. Two Lipizzan types as two different gene pools represent great national treasure, genetic as well as cultural. In goal of preservation that treasure for the future, national strategy which would consolidate all three segments of Lipizzan horse breeding is missing. In this paper, a proposal of unique national breeding strategy of Lipizzan horses in the Republic of Croatia is given.

Key words: Croatia, Lipizzan, genetic diversity, breeding strategy

### Uvod

Od prvog dolaska lipicanaca 1700. godine na tlo Hrvatske, dopremanjem u ergelu Terezovac grofa Jankovića, pa do danas kroz tri stoljeća, lipicanac je postao dio tradicije, folkloru i načina življenja (Čačić, 2011). Hrvatsku populaciju lipicanske pasmine čine tri uzgoja: Državna ergela Lipik, Državna ergela lipicanaca Đakovo i zemaljski (privatni) uzgoj. Sa 1329 grla (HCK, 2011) ovo je najveći nacionalni uzgoj lipicanaca u svijetu. Posebno smo ponosni što je naš uzgoj jedini uzgoj koji sadrži lipicanace uzgojene prema dva uzgojna cilja. U cilju dobivanja više podataka o lipicanskoj pasmini na međunarodnoj razini, kao jednoj od najstarijih

pasmina konja, pod okriljem Međunarodnog udruženja uzgajivača lipicanaca (Lipizzan International Federation - LIF) u razdoblju 1997. - 1998. godine proveden je znanstveni projekt naslova "Biotehničke metode u održavanju genetske raznolikosti lipicanske pasmine" (EU - INCO - Copernicus projekt Nr. IC15CT96-0904) (Zechner i sur., 1998). U projektu je postavljen veći broj ciljeva, a glavni cilj bio je ocijena dobrobiti modernih genetskih metoda u očuvanju lipicanske pasmine i općenito, očuvanje ugroženih pasmina domaćih životinja. U cilju opisa genetske strukture provedena su morfološka, molekularno genetska, imunogenetska i serološka istraživanja, te metode analize rodovnika. Obzirom da je od hrvatskih uzgoja u EU INCO Copernicus projekt bio uključen samo uzgoj ergele Đakovo, a u cilju dobivanja više spoznaja o cjelokupnoj populaciji lipicanske pasmine u Hrvatskoj, provedeno je istraživanje naslova "Genetička analiza lipicanaca u Hrvatskoj" (Čačić, 2011). Osim hrvatskih lipicanskih uzgoja, istraživanje je obuhvatilo i uzgoj lipicanaca u ergeli Vučijak u Republici Bosni i Hercegovini, koja također nije bila obuhvaćena EU INCO Copernicus projektom. Vezano na ovaj rad i davanje prijedloga za izradu nacionalne strategije uzgoja lipicanaca u Hrvatskoj, značajno je izdvojiti hipotezu da uzgoj lipicanaca u ergeli Lipik predstavlja posebnu subpopulaciju koja je bliža „klasičnom“ ili „jahaćem“, dok je uzgoj ergele Đakovo i zemaljski uzgoj bliži „zaprežnom“ ili „panonskom“ uzgoju lipicanaca. Sukladno hipotezi postavljen je i cilj istraživanja: temeljem rodovničkih podataka, morfoloških svojstava i analize D-loop regije mitohondrijske DNA (mtDNA) utvrditi odnose između sve tri hrvatske subpopulacije lipicanaca, te odnose istih subpopulacija u odnosu na druge strane uzgoje, kao i odnos hrvatskog nacionalnog uzgoja u odnosu na druge nacionalne uzgoje. Istraživanjem provedenim u doktorskoj disertaciji (Čačić, 2011), željelo se dobiti više znanstvenih spoznaja o morfološkoj i genetskoj različitosti hrvatskih lipicanaca, kao temelj postavljanja nacionalne strategije uzgoja lipicanaca, kojom će se osigurati genetsko unaprijeđenje, očuvanje genetske raznolikosti i očuvanje oba tipa lipicanaca u nacionalnom uzgoju, kao i općenito lipicanske pasmine kao tradicionalne i zaštićene pasmine konja u Republici Hrvatskoj. S druge strane, istraživanjem se željelo pripadnost uzgoja u Đakovu i zemaljskom uzgoju skupini „zaprežnih“ i uzgoja u Lipiku skupini „klasičnih“ lipicanaca.

### Materijali i metode

U ovom radu korišteni su rezultati istraživanja provedenih u istraživanju doktorske disertacije naslova "Genetička analiza lipicanaca u Hrvatskoj" (Čačić, 2011). Istraživanje je obuhvatilo hrvatske lipicanske uzgoje u Lipiku, Đakovu i zemaljskom uzgoju, te uzgoje u stranim državnim ergelama: Vučijak (Bosna i Hercegovina), Lipica (Slovenija), Piber (Austrija), Monterotondo (Italija), Topolci'aniky (Slovačka), Szilvásvárad (Mađarska), Beclean i Fagaras (Rumunjska). U istraživanju demografskih parametara korišten je cjelokupan lipicanski rodovnik veličine 7419 lipicanaca. Temeljni rodovnik bio je rodovnik lipicanske pasmine izrađen u okviru EU INCO Copernicus projekta na kojeg su nadopunjeni podaci lipicanskih grla hrvatskog uzgoja i uzgoja ergele Vučijak. To govori da je analiza demografskih parametara obuhvatila svih 11 gore navedenih europskih lipicanskih uzgoja. Analiza morfoloških svojstava provedena je na 20 tjelesnih izmjera prema protokolu opisanom kod Zechnera i sur. (2011) na ukupno 436 lipicanskih grla (Lipik 35, Đakovo 146 i zemaljski uzgoj 255). Analiza D-loop regije mtDNA na isječku od 359 baznih parova (nt 15476 - 15834) provedena je na ukupno 257 uzorka lipicanaca (Lipik 40, Đakovo 59, zemaljski uzgoj 129 i Vučijak 29). Dobiveni rezultati istraživanja morfoloških svojstava i analize mtDNA uspoređeni su s rezultatima ranije provedenih komparativnih istraživanja u okviru EU INCO Copernicus projekta i drugim.

### Rezultati i rasprava

Rezultati istraživanja jasno navode na zaključak da uzgoji lipicanaca u ergelama Lipik i Đakovo te zemaljskom uzgoju, predstavljaju tri zasebne subpopulacije uzgoja lipicanaca u Republici Hrvatskoj. Iako svaki od uzgoja pokazuje svoje specifičnosti, uzgoji su genetski povezani, iako se lipicanci ergele Lipik više razlikuju od lipicanca ergele Đakovo i zemaljskog uzgoja koji pokazuju vrlo usku povezanosti i sličnost. Razlike između istraženih lipicanskih subpopulacija odražavaju različite uzgojne ciljeve, management uzgoja i utjecaj ostalih okolišnih čimbenika. Istraživanje morfoloških svojstava ukazuje na dva uzgojna cilja i postojanje dva lipicanska genska bazena. Rezultati istraživanja morfoloških svojstava ukazuju, osim prosječnim vrijednostima i međusobnim odnosima pojedinih izmjera, na postojanje dva uzgojna tipa. Analiza rodovničkih podataka i kontrolne D-loop regije mtDNA, također potvrđuje da su lipicanci uzgojeni u ergeli Đakovo i zemaljskom uzgoju bliskiji uzgojima u ergelama Topolci'aniky, Szilvásvárad, Beclean i



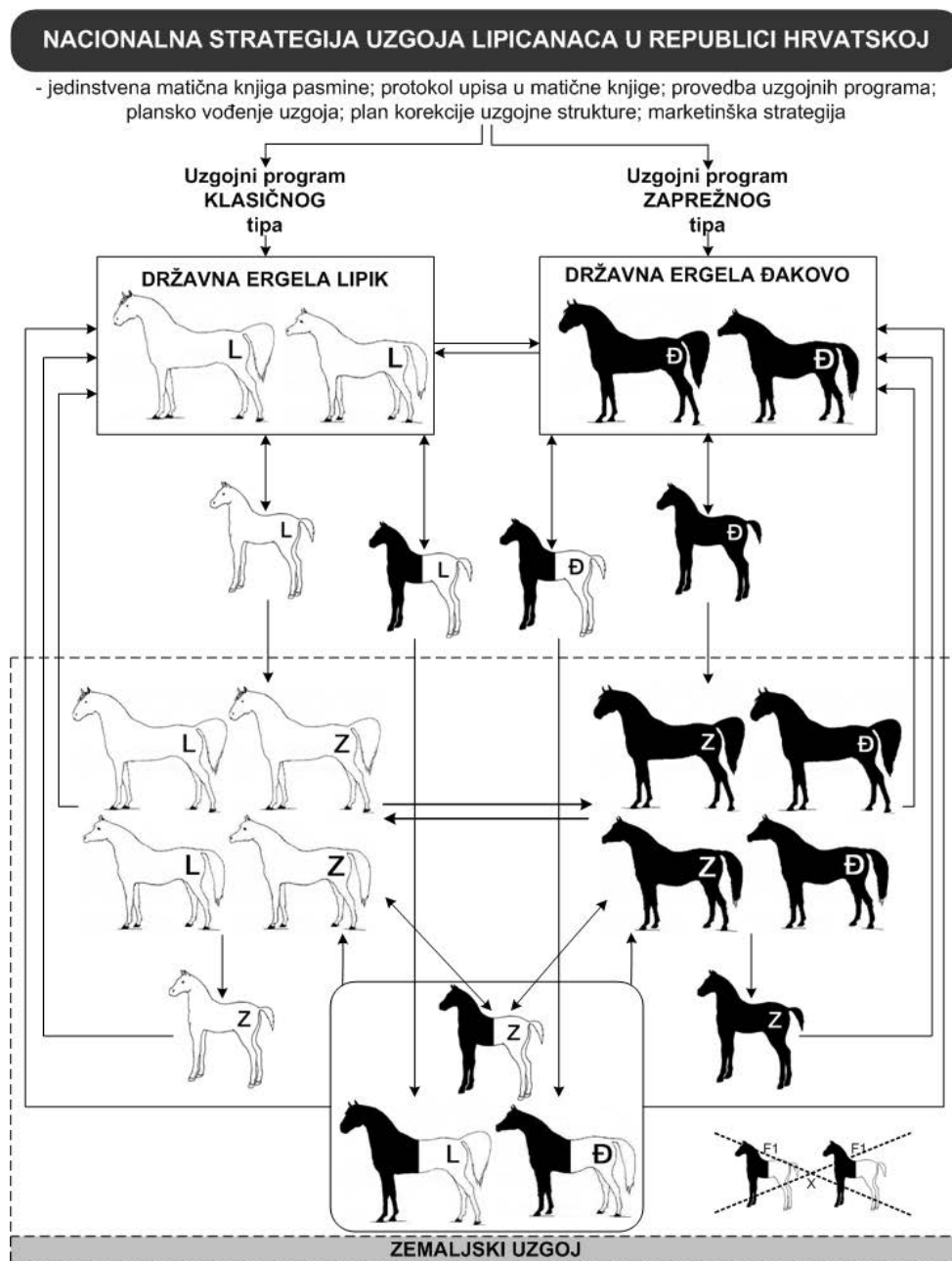
Fagaras u kojima se uzgaja „zaprežni“, dok je uzgoj ergele Lipik bliži ergelama Lipica, Piber i Monterotondo koje uzgajaju „klasični“ tip lipicanca.

### Prijedlog nacionalne strategije uzgoja lipicanaca

Za kvalitetan i dugoročno siguran uzgoj lipicanske pasmine u Republici Hrvatskoj, nedostaje jedinstvena nacionalna strategija uzgoja koja bi objedinila sve tri lipicanske subpopulacije. Temeljem rezultata i zaključaka dobivenih istraživanjem provedenim u doktorskoj disertaciji, u ovom radu daje se prijedlog jedinstvene nacionalne strategije uzgoja lipicanaca u Republici Hrvatskoj. Uspješna nacionalna strategija obvezno bi trebala sadržavati slijedeće ciljeve:

1. Objedinjavanje uzgoja u jedinstvenu nacionalnu matičnu knjigu pasmine kao osnovnog preduvjeta za provedbu mjera strategije i stručnog rada.
2. Dva zasebna uzgojna programa obzirom na specifičnosti uzgoja zaprežnog tipa u ergeli Đakovo i klasičnog tipa lipicanca u ergeli Lipik. U uzgojnim programima treba definirati sve uzgojno selekcijske mjere, modele performance i progenog testiranja te planski pripust na nacionalnoj razini za oba tipa. Uzgojni programi trebaju biti provođeni prema tradicionalnim strogim selekcijskim načelima primjenjivanim od početka stvaranja i razvoja lipicanske pasmine sve do danas. Trenutno, zemaljski uzgoj je usko vezan zbog dugogodišnjeg utjecaja na ergelu Đakovo, no, zasigurno je da će u budućnosti djelovanjem ergele Lipik i izlučivanjem grla iz matičnog stada ergele u zemaljski uzgoj doći do miješanja uzgoja dva tipa lipicanaca u zemaljskom uzgoju. Uzgojni programi stoga trebaju definirati produženo djelovanje u zemaljskom uzgoju, tako da se dva uzgojna tipa zadržavaju planskim pripustom i u zemaljskom uzgoju.
3. Uvođenjem planskog vođenja uzgoja u kojem bi zemaljski uzgoj bio dugoročno tretiran kao produžen uzgoj ergela Lipik i Đakovo uz zadržavanje dva genska bazena, sigurnije bi se održavala genetska varijabilnost, a stvorili bi se preduvjeti i za njeno povećanje. Plan pripusta trebao bi biti temeljen na uzgoju zaprežnog i klasičnog tipa uz kontrolirano međusobno sparivanje pojedinih jedinki dvaju tipova (Prikaz 1.). Potomstvo (F1) ovakvog sparivanja u uzgoju se treba dalje koristiti prema načelu povratnog sparivanja, ponovno s jedinkama zaprežnog ili klasičnog tipa. Odluka s kojim tipom će potomak dviju jedinki različitih uzgoja biti povratno pripuštan treba biti donesena temeljem procjene vanjštine u dobi kada jedinka dosegne tjelesnu i spolnu zrelost, a prije uvođenja u uzgoj.
4. Plan korekcije strukture uzgoja kroz godine obzirom na nerazmjer zastupljenosti linija pastuha i rodova kobila s posebnim naglaskom na izvorne hrvatske lipicanske rodove. U plan korekcije obvezno bi trebalo ugraditi i mjere povratka izvornih hrvatskih lipicanskih rodova kobila koji danas nisu aktivni u nacionalnom uzgoju. Time bi se osim pokazivanja brige za nacionalno genetsko i kulturno blago, doprinijelo i povećanju genetske varijabilnosti.
5. Rezultati analize majčinskog porijekla lipicanskih rodova pomoću kontrolne D-loop regije mtDNA u istraživanju, ukazuju na nužno uvjetovanje testiranja porijekla na razini DNA (eng. *paternity testing*) prije ažuriranja oždrjebljenog pomlatka u nacionalnu matičnu knjigu lipicanske pasmine (Čačić i sur., 2011). Samo vjerodostojan identitet omogućava plansko vođenje i kontrolu uzgoja u cilju čuvanja genetske čistoće pasmine i genetske varijabilnosti, te genetsko i uporabno unaprjeđenje uzgoja.
6. Posljednji, ali vrlo značajan segment jedinstvene nacionalne strategije je marketinška strategija uzgoja i uporabe lipicanca u cilju povećanja dohodovnosti uzgoja. Mjerama strategije u cilju stvaranja većeg tržišta, trebalo bi definirati načine promidžbe ovisno o uzgojnoj i uporabnoj vrijednosti s naglaskom na svestranu uporabljivost lipicanca. Postavljeni uzgojni cilj u uzgojnim programima je uzgoj vrhunskih konja za zaprežni, odnosno jahaći sport. No, podaci razvijenih nacionalnih konjičkih industrija govore da do 20 % uzgojenih konja budu konji koji nastupaju kraći ili duži niz godina u sportu, a do 10 % konja ostvari vrhunske sportske rezultate. U istim konjičkim industrijama udio do 40 % predstavlja rasplodnu populaciju koju velikim dijelom čine grla koja su ostvarila dobre rezultate tijekom sportske karijere. Postavlja se pitanje što s preostalim oko 40 % konja koji nisu u sportu ili u uzgoju. Marketinška strategija treba dati smjernice u cilju pronalazanja načina iskorištavanja grla koja nisu ostvarila vrhunske sportske rezultate te su isključena iz treninga i natjecanja, ili nikada nisu niti uključena u trening radi loših tjelesnih ili psihičkih predispozicija.

Marketinške mjere strategije trebaju stvoriti podloge za uključivanje takovih konja u raznim aktivnostima življenja, kao što je npr. turizam, rekreacija, škole jahanja, terapijsko jahanje i drugi oblici uporabe. Marketinška strategija treba stvoriti preduvjete za veću dohodovnost i samoodrživost kao najsigurnijeg modela očuvanja, brojnog povećanja i unaprjeđenja uzgoja lipicanaca na nacionalnoj razini.



Prikaz 1. Shematski prikaz prijedloga planskog vođenja uzgoja nacionalne strategije uzgoja lipicanaca u Republici Hrvatskoj

### Zaključci

Analizom morfoloških svojstava i rodovničkih podataka, potvrđena je hipoteza istraživanja da su lipicanci uzgojeni u ergeli Đakovo i zemaljskom uzgoju bliskiji uzgojima u ergelama Topolci'anke, Szilvásvárada, Beclean i Fagaras, u kojima se uzgaja „panonski“ ili „zaprežni“ tip, dok je uzgoj ergele Lipik bliži ergelama

Lipica, Piber i Monterotondo koje uzgajaju „jahaći“ ili „klasični“ tip lipicanca. Postojanje dva različita lipicanska genska bazena (klasični i zaprežni tip) u Hrvatskoj predstavlja veliko genetsko i kulturno bogatstvo, što uvelike doprinosi većoj genetskoj varijabilnosti i očuvanju ne samo hrvatskog uzgoja, nego lipicanske pasmine općenito. U Republici Hrvatskoj nedostaje jedinstvena nacionalna strategija uzgoja lipicanske pasmine koja bi objedinila sve tri lipicanske subpopulacije, u cilju očuvanja genetske varijabilnosti i „čistoće“ pasmine, očuvanja klasičnog i zaprežnog tipa uzgoja sa svim specifičnostima, genetskog i uporabnog unaprjeđenja uzgoja, te povećanja dohodovnosti i samoodrživosti uzgoja kao najsigurnijeg temelja očuvanja, razvoja i brojnog povećanja populacije.

### **Literatura**

Čačić M. (2011). Genetička analiza lipicanaca u Hrvatskoj. Doktorska disertacija. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.

Čačić M., Čubrić Čurik V., Baban M., Barać Z., Čurik I. (2011). Use of mitochondrial DNA analyses in verification of the Lipizzan horse pedigree. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 76(4):365-368.

HCK (2011). Godišnje izvješće konjogojstva u Republici Hrvatskoj 2010. – sa registrom ždrebljenja. Lipik, svibanj 2011.

Zechner P., Zohmann F, Sölkner J., Bodo I., Habe F., Marti E., Brem G. (2001). Morphological description of the Lipizzan horse population. *Livestock Production Science* 69:163-177.

**saz2012\_0704**

# Mogućnost primjene tritikalea u hranidbi brojerskih pilića

Vera ĐEKIĆ<sup>1</sup>, Sreten MITROVIĆ<sup>2</sup>, Vera RADOVIĆ<sup>3</sup>, Vladan ĐERMANOVIĆ<sup>2</sup>,  
Tatjana PANDUREVIĆ<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Centar za strna žita, Save Kovačevića 31, 34000 Kragujevac, Srbija  
(e-mail: veraraj@kg.ac.rs)

<sup>2</sup> Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11080 Zemun, Srbija

<sup>3</sup> Agronomski fakultet, Cara Dušana 34, 32000 Čačak, Srbija

<sup>4</sup> Poljoprivredni fakultet, 71123 Istočno Sarajevo, Republika Srpska, BiH

## Sažetak

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi kako tritikale u krmnim smjesama za tov brojlera utječe na proizvodne i klaoničke karakteristike brojerskih pilića. Istraživanje je izvršeno na 200 pilića za tov, provenijence Ross 308. Tom prilikom formirane su dvije skupine pilića, sa po 100 pilića u svakoj skupini, i to: K-grupa (klasična smjesa za tov brojlera) i O-grupa (smjesa sa kultivarom tritikalea Kg 20). Hranidbeni pokus trajao je 42. dana. Kao kriteriji iskoristivosti tritikalea, u ovom radu su prikazane proizvodne osobine, odnosno tjelesna masa i prirast. Rezultati istraživanja pokazuju da su brojerski pilići kontrolne skupine ostvarili veće završne tjelesne mase, niži mortalitet i bolju konverziju hrane.

Ključne riječi: prirast, tov pilića, tritikale

## Applicability of triticale in the diet of broiler chickens

### Abstract

The aim of this research was to determine how to forage triticale mixtures for fattening broilers affects the production and slaughter characteristics of broiler chickens. The research was carried out on 200 for feeding chickens, hybrid Ross 308. On that occasion, formed two groups of chickens, with 100 chickens in each group, as follows: K-group (classic mixture for fattening broilers) and O-group (mixture of triticale cultivar Kg 20). Feeding experiments lasted 42nd the day. As criteria for utilization of triticale, this paper presents the production traits and body weight and weight gain. The results show that broiler chickens in the control group achieved higher final body weight, lower mortality and better feed conversion.

Key words: growth, feeding chickens, triticale

### Uvod

Tritikale predstavlja novu vrlo uspješnu vrstu strnih žita, koja je nastala križanjem pšenice i raži. Posljednjih godina tritikale sve više zavređuje pažnju, postaje zastupljeniji i značajniji, kako u svijetu, tako i kod naših proizvođača. U današnje vrijeme, zahvaljujući intenzivnom programu oplemenjivanja, naročito u Centru za strna žita u Kragujevcu, na sortnim listama nalaze se nove domaće komercijalne sorte.

Novije sorte tritikalea su uglavnom dosegnule, po urodu zrna vodeće sorte pšenice, dok su nadmašile sorte raži, ječma i zobi (Milovanovic i Perisic, 2002). U pogledu tehnološke kvaliteta zrna, za prehranu ljudi tritikale još uvijek zaostaje za pšenicom, pa se pretežno koristi za prehranu domaćih životinja (Djekic i sur.,

2011). Kako zrno tritikalea ima visok sadržaj proteina (za 2-3% više nego pšenica) i vrlo povoljan aminokiselinski sastav, vrlo je pogodan za hranidbu domaćih životinja. Sadržaj proteina u zrnu kragujevačkih sorti je u granicama od 14 do 17%, dok sadržaj lizina nadilazi komercijalne sorte pšenice za 10 do 30%.

Istraživanjem hranjive vrijednosti tritikalea na proizvodne osobine teških linijskih hibrida u svijetu bavio se veći broj istraživača (Hermes i Johansson, 2004). Različite formulacije, odnosno sudjelovanje tritikalea i pšenice u krmnim smjesama za tov brojlera ispitivali su Sarker i sur., (2006). Isti su došli do zaključka da najveću tjelesnu masu na kraju istraživnog perioda postižu pilići hranjeni sljedećim formulacijama: W<sub>40</sub>T<sub>60</sub> i W<sub>60</sub>T<sub>40</sub>, ali je najmanji mortalitet utvrđen kod formulacije W<sub>100</sub>T<sub>0</sub>, odnosno u krmnoj smjesi bez tritikalea. Uspoređujući tritikale i pšenicu u ishrani brojlera Korver i sur. (2004) daju prednost tritikalu zbog većeg prosječnog tjednog prirasta pilića, pri istoj količini konzumirane hrane. Hermes i Johansson (2004) tvrde da tritikale u hranidbi teških linijskih hibrida, koji je sudjelovao u različitim količinama u smjesi za tov brojlera, nije pokazao negativne učinke na proizvodne osobine pilića. Najveća tjelesna masa ispitivanih pilića postignuta je sa 10% učešća tritikalea u smjesama za tov brojlera, dok je veća konverzija hrane bila kod formulacije s 15% učešća tritikalea.

Cilj ovog istraživanja je bio da na temelju dobivenih rezultata odgovorimo na pitanje, da li tritikale, u hranidbi pilića za tov ima pozitivan utjecaj na proizvodne osobine brojlerskih pilića.

### Materijal i metode

Sjeme kragujevačke sorte tritikalea Kg 20, proizvedeno na proizvodnoj parceli Centra za strna žita u Kragujevcu, korišteno je za sjetvu u cilju dobivanja zrna za izradu krmnih smjesa. Hrana je nabavljena u "Agrarija" Kragujevac, pri čemu je za ispitivan hibrid korištena ista receptura (bez ribljev brašna, uz dodatak tritikalea).

Kao pokusni materijal korišteni su pilići provenijence Ross 308 (polovica je bila muškog a polovica ženskog spola). Na početku pokusa useljeno je 200 pokusnih pilića, od kojih su formirane dvije eksperimentalne skupine. Ispitivane skupine pilića bile su raspoređene u 2 boksa, fizički razdvojena s obzirom na različite tretmane hranidbe. Primijenjena je standardna tehnologija tova pilića u trajanju 42. dana.

Eksperimentalne skupine (kontrolna i pokusna) brojlerskih pilića hranjene su potpunom krmnom smjesom. Pilići K-skupine hranjeni su klasičnom smjesom za tov brojlera, a O-skupine smjesom sa kultivarom tritikalea Kg 20. Za hranidbu pokusnih pilića korištene su četiri odgovarajuće kompletne krmne smjese: starter (početna smjesa) s 7,5 kg tritikalea na 100 kg smjese, grover I (smjesa za porast) sa 12 kg tritikalea, grover II sa 15 kg tritikalea i završna finišer sa 18 kg tritikalea do kraja tova (od 35. dana do 42. dana tova).

Tijekom tova vršena je kontrola tovnih osobina: prirast (individualnim mjerenjem svih pilića jednom tjedno), utrošak hrane i mortalitet. Mjerenja su obavljena pomoću električne vage točnosti  $\pm 10$  g. Pored toga, na temelju dobivenih podataka izračunata je vrijednost proizvodnog indeksa za sve pokusne skupine brojlerskih pilića.

Na temelju ostvarenih rezultata istraživanja izračunati su uobičajeni varijacijsko statistički pokazatelji: prosječne vrijednosti, standardna greška i standardna devijacija. Statistička obrada podataka napravljena je u modulu Analyst programa SAS/STAT (SAS Institut, 2000.).

### Rezultati i rasprava

Prosječne tjelesne mase pokusnih pilića po pojedinim tjednima starosti prikazane su u Tablici 1.

Prema podacima iz Tablice 1. može se uočiti da su jednodnevni brojlerski pilići ispitivanih skupina imali sličnu prosječnu tjelesnu masu. Međutim, kontrolom porasta na bazi mjerenja tjelesne mase 7., 14., 21., 28., 35. i 42. dana tova ustanovljeno je da su brojlerski pilići kontrolne skupine imali nešto višu tjelesnu masu u usporedbi sa grlima pokusne skupine. Najveću tjelesnu masu od prvog dana uzrasta do kraja oglednog perioda, odnosno 42. dana uzrasta imali su pilići K-skupine koji su hranjeni smjesom u kojoj nije korišten tritikale.

Dobiveni podaci o završnim prosječnim tjelesnim masama pilića pokusnih skupina koji su hranjeni smjesom koja u sebi sadrži tritikale po završetku tova, tj. 42. dana uzrasta nešto su niži od rezultata koje su u testovima ostvarili (Hermes i Johansson, 2004; Korver i sur., 2004; Tleceruk i Čikov, 2009).

Testiranje prosječne tjelesne mase pilića, kontrolne skupine sa brojlerskim pilićima pokusne skupine po danima starosti, pokazalo je da su ustanovljene razlike bile statistički vrlo visoko značajne 35. dana uzrasta ( $F=14,546^{***}$ ) i značajne 42. dana uzrasta ( $F=4,618^*$ ). Vrlo značajne razlike tjelesne mase između pilića hranjenih standardnom smjesom i brojlerskih pilića hranjenih smjesom sa tritikaleom ustanovili su Santos i sur., (2007).

Primjenu tritikalea u hranidbi brojlerskih pilića ispitivao je veći broj istraživača (Barnett i sur., 2002; Jozefiak i sur., 2007; Santos i sur., 2007). Isti su, zaključili da tritikale ima veliki potencijal kao krmivo za hranidbu brojlerskih pilića, jer bi mogao zamijeniti pšenicu u smjesama za tov brojlera, čime ne bi dolazilo do bitnih promjena u njihovim proizvodnim i klaoničkim svojstvima. Tjelesna masa pilića hranjenih tritikaleom ne razlikuje se bitno od vrijednosti dobivenih hranjenjem brojlerskih pilića pšenicom.

Tablica 1: Tjelesna masa ispitivanih pilića po tjednima starosti (g)

Uzrast (dana)	Skupina	n	$\bar{x}$	S	$S_{\bar{x}}$	C.V.	Fe	Znač.
1	K	100	41,250	3,850	0,385	9,337	0,033	NZ
	O	100	41,350	4,760	0,476	11,510		
	Prosjek	200	41,300	4,319	0,305	10,457		
7	K	99	146,870	19,740	1,984	13,439	3,427	NZ
	O	98	141,633	24,450	2,470	17,263		
	Prosjek	197	144,264	22,306	1,589	15,462		
14	K	98	398,260	57,400	5,798	14,412	1,174	NZ
	O	96	390,365	59,570	6,080	15,260		
	Prosjek	194	394,356	58,465	4,197	14,825		
21	K	97	730,620	101,55	10,311	13,900	0,440	NZ
	O	95	722,684	93,016	9,543	12,871		
	Prosjek	192	726,693	97,249	7,018	13,382		
28	K	97	987,630	96,030	9,750	9,723	0,674	NZ
	O	95	978,211	90,029	9,237	9,203		
	Prosjek	192	982,969	92,986	6,711	9,460		
35	K	96	1415,260	132,37	13,510	9,353	14,546	***
	O	95	1353,421	128,353	13,169	9,484		
	Prosjek	191	1384,503	133,687	9,673	9,656		
42	K	96	1896,870	207,46	21,174	10,937	4,618	*
	O	95	1846,684	175,503	18,006	9,504		
	Prosjek	191	1871,911	193,370	13,992	10,330		

Tablica 2: Dnevni i tjedni prirasti ispitivanih skupina pilića (g)

Skupina	Dnevni prirasti, g					
	7	14	21	28	35	42
K	15,06	35,26	47,02	34,97	62,57	62,26
O	13,26	34,72	45,56	35,40	49,96	70,20
Skupina	Tjedni prirasti, g					
	7	14	21	28	35	42
K	105,42	246,84	329,17	244,76	338,00	435,81
O	92,82	243,05	318,89	247,78	349,72	491,39

U Tablici 2. prikazani su prosječni dnevni i tjedni prirasti ispitivanih skupina brojlerskih pilića. Analizom podataka iz Tablice 2. može se konstatirati da su između ispitivanih skupina pilića postojale izvjesne razlike sa stanovišta prosječnog dnevnog prirasta. Nešto veći dnevni prirast prvog, drugog, trećeg i petog tjedna tova imali su brojlerski pilići K-skupine, dok su pilići O-skupine imali veći dnevni prirast četvrtog i šestog tjedna tova.

Na temelju dobivenih podataka iz Tablice 2. može se zaključiti da su nešto manji tjedni prirast u prvom tjednu tova imali pilići O-skupine, zatim u drugom i trećem tjednu tova. Nešto veći tjedni prirast u IV, V i VI tjednu imali su brojlerski pilići O-skupine.

Podaci o mortalitetu, konverziji hrane i proizvodnom indeksu ispitivanih skupina pilića prikazani su u Tablici 3.

Tablica 3: Mortalitet, utrošak hrane, konverzija hrane i proizvodni indeks ispitivanih skupina brojlerskih pilića

Skupine	Mortalitet, %	Utrošak hrane	Konverzija hrane	P.I.
K	4,0	4,332	2,284	189,830
O	5,0	4,275	2,320	180,044

Mortalitet ispitivanih skupina pilića za cijeli period trajanja tova (42. dana) bio je manji kod pilića K-skupine. Dobiveni rezultati su bolji kod varijanti sa upotrebom tritikalea od onih koje navode Korver i sur., (2004) i Barnett i sur., (2002).

Nešto veći utrošak hrane po piletu do kraja oglednog perioda (42. dana) postigli su brojlerski pilići kontrolne skupine. Neznatno veći utrošak hrane 42. dana tova (4,490kg), ustanovili su Barnett i sur., (2002) i 4,400kg Santos i sur., (2008).

U usporedbi sa brojlerskim pilićima pokusne skupine pilići kontrolne skupine imali su bolju konverziju hrane. Dobiveni rezultati u smislu pretvorbe hrane, odnosno ukupnog utroška hrane za jedan kilogram tjelesne mase pilića u skladu su s rezultatima do kojih su došli Zarghi i sur., (2009), dok su nešto lošiji od rezultata do kojih su došli Barnett i sur., (2002), Jozefiak i sur., (2007) i Korver i sur., (2004).

Vrijednost proizvodnog indeksa kretala se od 180,044 kod O-skupine do 189,830 kod kontrolne skupine. Veća vrijednost ovog pokazatelja kod pilića K-skupine rezultat je većeg postotka vitalnosti i povoljnije pretvorbe hrane kod ove skupine.

### Zaključci

Obzirom na navedene rezultate, može se reći da su brojlerski pilići kontrolne skupine u odnosu na piliće pokusne skupine ostvarili značajno veće završne tjelesne mase, niži mortalitet, bolju konverziju hrane i veći proizvodni indeks.

Međutim, u cjelini promatrano, može se zaključiti da su u smislu analiziranih prirasta obje ispitivane skupine brojlerskih pilića postigle vrlo dobre, odnosno zadovoljavajuće rezultate.

### Literatura

- Barnett R.D., Blount A.R., Pfahler P.L., Johnson J.W., Buntin G.D., Counter B.M. (2002). Rye and Triticale Breeding in the South. UF University of Florida, IFAS Extension, SS-AGR-42, 1-3.
- Djekic V., Mitrovic S., Milovanovic M., Djuric N., Kresovic B., a Tapanarova A., Djermanovic V., Mitrovic M. (2011). Implementation of triticale in nutrition of non-ruminant animals. African Journal of Biotechnology 10(30):5697-5704.
- Hermes J.C., Johanson R.C. (2004). Effects of Feeding Varios Levels of Triticale var. Bogo in the Diet of Broiler and Layer Chickens. Journal of Applied Poultry Research, 13, 4 ProQuest Agriculture Journals, pg. 667-672.
- Jozefiak D., Rutkowski A., Jensen B.B., Enberg R.M. (2007). Effects of dietary inclusion of triticale, rye and wheat and xylanase supplementation on growth performance of broiler chickens and fermentation in the gastrointestinal tract. Animal Feed Science and Technology 132(1-2:79-93.
- Korver D.R., Zuidhof M.J., Lawes K.R. (2004). Performance Characteristics and Economic Comparison of Broiler Chickens Fed Wheat and Triticale-Based Diets. Poultry Science 83(5):716-725.
- Milovanovic S.M., Perisic D.V. (2002). Results and future prospects for winter triticale breeding in Yugoslavia. Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Triticale Symposium, vol. 1, 229-236.
- Santos F. B. O., Sheldon B. W., Santos Jr. A. A., Ferket P. R., Lee M. D., Petroso A., Smith D. (2007). Determination of Ileum Microbial Diversity of Broilers Fed Triticale- or Corn-Based Diets and Colonized by *Salmonella*. J. Appl. Poult. Res. 16:563-573.
- Santos F. B. O., Sheldon B. W., Santos Jr. A. A., Ferket P. R. (2008). Influence of Housing System, Grain Type, and Particle Size on *Salmonella* Colonization and Shedding of Broilers Fed Triticale or Corn-Soybean Meal Diets. Poultry Science 87:405-420.

- Sarker N.R., Haque M.E., Haque K.S., Haque Q.M.S., Waddington S.R. (2006). Triticale fodder and grain utilization by dairy cattle and poultry in Bangladesh. International Maize and Wheat improvement Center (CIMMYT), Uttara, Dhaka-1230, Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Triticale Symposium, p. 108-113.
- Тлецерук И., Чиков А. (2009). Использование тритикале в рационах мясных цыплят. Птицеводство, № 4, С. 14-17.
- Zarghi H., Golian A. (2009). Effect of Triticale Replacement and Enzyme Supplementation on Performance and Blood Chemistry of Broiler Chickens. Journal of Animal and Veterinary Advances 8(7):1316-1321.

### **Zahvala**

Istraživanja neophodna za ovaj rad dio su projekta TP 31033 „Održiva konvencionalna i revitalizovana tradicionalna proizvodnja živinskog mesa i jaja sa dodatom vrednošću“, kojeg financira Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije.

sa2012\_0705



# Exterior characteristics of the horse breed population of „Posavac“ bred in the region of Eastern Serbia

Vladan DJERMANOVIC<sup>1</sup>, Sreten MITROVIC<sup>1</sup>, Natasa DJORDJEVIC<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 1080 Zemun, Serbia  
(e-mail: djermanovic@agrif.bg.ac.rs)

<sup>2</sup>Association „Agroprojekt Timok“, 19000 Zajecar, Serbia

## Abstract

The Horse Breed „Posavac“ is bred greatly in Croatia and Slovenia, while significantly less in Serbia. In Eastern Serbia, the Region of Timocka Krajina, there are more than 150 heads of the type „Posavac“, i.e. the Timok Region Cold-blooded Horse, of the type Posavac, out of which 120 heads registered in the Registrtaion Book. This type of horse originates from the vast area in Croatia, covering the region of Primorsko-goranska Zupanija to the Region of Vukovarsko-sremska Zupanija. The researches include body measures of a horse population of this type, 34 mares and 11 stallions, bred in the Region of Timocka Krajina. The aim of the study was to determine seven basic body measures of the breed Posavac, including the body mass, withers height, breast circumference, breast depth, breast width, croup width and tibia circumference. To perceive its general appearance better, we determined the coefficients of phenotype correlations of the basic body measures.

The average body mass amounted 565.59 kg (♀) and 665.45 kg (♂), the withers height 150.44 cm (♀) and 151.27 cm (♂), breast circumference 207.09 cm (♀) and 211.55 cm (♂), breast depth 70.71cm, breast width 50.03 cm, croup width 55.44 cm and tibia circumference 21.62 cm and 22.55 cm. Obtained variables for certain body measures point to the fact that the exterior properties of the studied horses are pretty equal. Since the number of horses is low, the gentic material is heterogenous, insufficiently investigated and non-consolidated. The pheotype correlation of body measures is positive and rather great in relation to different levels of significance.

Key words: Cold-blooded horses, Posavina type, body measures, phenotype correlation

## Introduction

Historically, due to the geographic and ecological (climate) conditions, which include the way of nutrition as well, within the horse breed of „Posavac“, in relation to the exterior properties, there have been developed a few types of Posavac, different in relation to the body measures. Different types of the Posavac horse breed belong to the type of heavy, pack horses easily-adaptable to the climate in all conditions, particularly along the basins of great rivers. Besides for transport, it is also used in agriculture for work on fields and in forests, riding, both recreational and therapeutic, and especially in production of good-quality horsemeat. Demand for horsemeat has become increasingly great and it is more often consumed worldwide. The regions where horses have been bred traditionally and their meat used for food are no longer of local character (Teodorovic et al., 1996). That is why Gajic et al. (1996), Mitrovic and Grubic (2003) consider that breeding horses for fattening and meat production, primarily because of its nutritive and diet reasons, are economically prospective.

That is why the aim of this study was to determine seven body measures (the body mass, withers height, breast circumference, breast depth, breast width, croup width and tibia circumference) of the cold blooded horses bred in the vicinity of the town of Zajecar. To perceive its general appearance better, we determined the coefficients of phenotype correlations of the basic body measures.

## Material and methods

Data were collected from more than thirty horse breeders in the vicinity of the town of Zajecar. The research included the Timok cold-blooded horses of the Posavac type which had already been registered in the Registry Book of the Association „Agroprojekt Timok Zajecar“. The body measures belong to 45 heads, i.e. 34 mares and 11 stallions. The analysis does not involve their offspring.

We used the Lydthin measuring stick and measuring tape for measuring seven body measures of each head, including the body mass (BM), withers height (WH), breast circumference (BC), breast depth (BD), breast width (BW), croup width (CW) and tibia circumference (TC). The results of measuring were registered in the Registry Lists containing the basic data about a horse, such as: name of the head, registration number, sex, breed type, date of foaling, age, origin, name of the owner and place, description of horse colours and marks on the head and legs.

Researched heads are bred in hilly-mountainous areas of Eastern Serbia, in accordance to the organic animal production system. The heads are kept free on pastures enclosed by electric fence most of a year, that is, from March to November, while they spend winters in buildings purposefully built for individual horses' accommodation. Accordingly, horse nutrition and feeding involve grazing with addition of oats and maize in the form of concentrated horse food, as well as minerals, while in winter it is good-quality meadow hay, portions of concentrated food and addition of minerals.

The basic data processing was done by application of the computer programme Stat. Soft., Inc. (2003) STATISTICA (data analysis software system), version 6, by application of convenient variation-statistics methods, while phenotype correlations among measured body indices were calculated by application of appropriate formula for large samples.

## Results and discussion

Many countries have the problem of oversized number of horses on pastures, while in Serbia, the number of horses has been constantly decreasing every year. The pasture resources in Serbia are not sufficiently used up although it is only one of the possibilities to breed horses economically and produce horsemeat ecologically, especially cold-blooded horses of various types. Additionally, the EU experts hold that one of possible strategies of cattle breeding production, specifically horse breeding, is development of services in agrotourism, then sport and recreational activities involving horses. Some experts think that a great number of farmers could realize greater profit if only they pre-orientated horse-breeding production instead of breeding and using horses in a traditional way. It is the reason why, through this study, we wished to point to the possibility and fact that breeding cold-blooded Timok Region Horse of the type Posavac, together with appropriate work on breeding and selection, can be spread and, therefore, genetically consolidated. It would also mean developing the type of horse, the Timok Cold-blooded Horse, which would be significant for both Eastern Serbia and the whole country, as well.

Exterior properties of the Timok Region Cold-blooded Horse, the type of Posavac, of the researched heads, are similar to various types of horses bred in the region of Posavina. The trunk is compact and cylindrical. The head is slightly smaller than the one at the Croatian Cold-blooded Horse, with wide forehead, well-tied to the neck, of mildly convex profile, with large and well-done nostrils. The neck is prolonged with the upper line in an arch. The breast are deep and wide, the back wide and strong. The croup are long, wide, pretty muscular, slightly down-cast and significantly cleft. The forelegs are of regular posture, firm with clearly expressed joints and ligaments, with short tibiae, the cannon bones overgrown with mid-long hairs. There are all variants of colours of the bayhorse, black-horse, sorrel horse and dapple grey horse with small marks on the head and legs, or without them. The tail and the mane are overgrown with rather long and loose hairs. Its temperament is calm, good-natured, obedient while working. It is also pretty resistant, easily adaptable to different climates, non-demanding with food, early matured, of good fertility and mares giving much milk after foaling.

The following researchers have dealt with estimating the exterior or body measures of the Posavac: Bencevic (1950), Romc (1965; 1975), Kovac (1994), Ivankovic and Caput (2004), Paprika and Ivankovic (2005), Cacic et al. (2006), Ivankovic and Ramljak (2006) and they found insignificant differences in certain body measures depending on the type of the Posavac (Table 1). Their results were used to compare obtained body measures with those of the Cold-blooded Horse, the Posavina Horse Type „Posavac“ breed in the vicinity of the town of Zajecar.

The Table 1 shows the basic body measures of the horse population of the Cold-blooded Horse, the type Posavac, obtained by a group of researchers.

Obtained body measures of the Timok Region Cold-blooded Horses, Posavina Horse Type (Table 2) are pretty similar to those found by Kovac (1994) – withers height, breast circumference and tibia circumference, and Romić (1975) – breast depth, breast width and croup width.

Table 1. Basic body measures of the Cold-blooded Horse of the Posavina Type, given by stated researchers

Horse Type	W.H.	B.C.	B.D.	B.W.	C.W.	T.C.	Source
1	145.85	166.25	-	-	-	18.06	Bencevic, 1950.
2 (♂)	138.04	153.66	64.26	37.20	44.83	18.52	Romic, 1965.
2 (♀)	136.30	159.85	63.05	34.38	45.40	17.64	
3.1. (♂)	156.20	217.10	76.56	55.10	57.32	24.17	Romic, 1975.
3.1. (♀)	153.37	202.84	74.28	50.04	55.85	23.26	
3.2. (♂)	153.34	204.10	72.41	54.50	58.73	23.71	
3.2. (♀)	151.32	194.23	70.64	49.80	58.45	22.57	
3.3. (♂)	149.66	196.02	70.47	52.93	56.92	22.58	
3.3. (♀)	147.89	109.06	69.80	48.65	56.55	21.57	
2 (♂)	150	210	76-78	56	64	22-23	Kovac, 1994.
2 (♂)	143.53	199.99	71.19	50.38	56.21	21.90	Ivankovic and Caput,
2 (♀)	140.85	190.18	69.14	48.33	54.53	20.94	2004.
4 (♂)	146.86	208.43	75.57	55.93	53.79	22.10	Paprika and
4 (♀)	142.31	190.02	70.92	49.26	53.20	20.76	Ivankovic, 2005.

1 – Slavonija and Posavina Horse; 2 - Posavina Horse; 3 – Croatian Cold-blooded; 3.1. – Podravsko-Medjumurski type, 3.2. – Slavonija Type, 3.3. – Posavina Type; 4 – Posavina Horse from the area of the Odra and Lonja Fields.

Table 2. Average values and variability of body measures of both sexes of the Posavina Horse

Body measures	Mares (n = 34)			Stallions (n = 11)		
	$\bar{x}$	S	C.V.	$\bar{x}$	S	C.V.
Body mass, kg	565.59	48.63	8.60	665.45	41.80	6.28
Withers height, cm	150.44	2.62	1.74	151.27	2.28	2.00
Breast circumference, cm	207.09	6.26	3.02	211.55	6.55	3.10
Breast depth, cm	70.71	1.76	2.49	-	-	-
Breast width, cm	50.03	2.93	5.86	-	-	-
Croup width, cm	55.44	5.66	10.21	-	-	-
Tibia circumference, cm	21.62	1.09	5.04	22.55	0.69	3.06

$\bar{x}$  – Mean of Value; S – Standard Deviation; C.V. – Coefficient of Variation

The data from the Table 2 show that the average body mass of female heads amounted 565.59 kg, and of male heads 665.45 kg. On the basis of this, it can be concluded that, relating to the body mass, in comparison with different types of cold-blooded horses, the analyzed ones have slightly smaller average body mass. Moreover, the absolute and relative variations of body mass measures were slightly more prominent at mares than at stallions. Researched heads were more harmonized relating to the withers height, so that the coefficient variation value was pretty low (♀ - 1.74; ♂ - 2.00). In comparison to stallions, the mares had lower breast circumference for 4.46 cm (207.09 cm – 211.55 cm). The data from Table 2 show also that the average breast depth at mares was 70.71 cm, breast width 50.03 cm and croup width 55.44 cm; we should point out here that the greatest deviation was at the croup width, the coefficient variation amounting 10.21%. Nutrition, age, number of foaling and alike influenced most on such high variability referring the croup width.

Obtained values of the tibia circumference at mares – 21.62 cm, and at stallions – 22.55 cm are, averagely for both sexes, almost identical with the results obtained by Romić (1979) who determined average values of the tibia circumference at mares and stallions of the Croatian Cold-blooded Horse, type – Posavina, amounting 21.57 cm and 22.58 cm.

Since some body measures at stallions (breast depth, breast width and croup width) were not determined, the coefficients of phenotype correlation were calculated for mares, while the coefficients of the rest of body

measures (body mass, withers height, breast circumference and tibia circumference) were found for both stallions and mares.

Table 3. Correlation among body measures of the Cold-blooded Timok Horse, Posavac type

Body measures	B.M.	B.C.	B.D.	B.W.	C.W.	T.C.
B.M.	1.00	-	-	-	-	-
W.H.	0.597***	1.00	-	-	-	-
B.C.	0.712***	0.593***	1.00	-	-	-
B.D.	0.714***	0.618***	0.665***	1.00	-	-
B.W.	0.513**	0.650***	0.505**	0.401*	1.00	-
C.W.	0.545***	0.494**	0.606***	0.633***	0.641***	1.00
T.C.	0.631***	0.433**	0.713***	0.558***	0.382*	0.549***

\*\*\*P<0.001; \*\*P<0.01; \*P<0.05.

The data from the Table 3 show positive coefficients of phenotype correlation among all measures. For most measured parameters, obtained coefficients of phenotype correlation are statistically significant on the level of P<0.001. However, the correlation between the body mass and breast width, the withers height and croup width, and the withers height and tibia circumference is statistically significant on the level of P<0.01, while between the breast depth and breast width, as well as the breast width and tibia circumference, it was confirmed the correlation on the level P<0.05.

### Conclusion

Breeding horses for meat production is definitely economically justified not only due to increasing quantities of horse meat for human nourishment but also to exporting horse meat and meat products. This is only one of the reasons why greater attention should be paid to horse breeding, including also tendency to increase the number of the horse breed Posavac, as well as to enable breeding and selection measures to be conducted, which would improve breeding of the the Cold-blooded Timok Horse of the Posavac type.

According to the above correlation coefficients, it is possible to conclude what type of horse it is about, as well as to give directions for further steps to be undertaken, and, if possible, creation of the Timok Region Cold-blooded Horse Breed. Obtained values of basic body measures partly differ from the results of the authors who also dealt with exterior characteristics of different types of cold-blooded horses. It is quite reasonable since the number of heads is rather modest and obtained from different parts of the country, which, accordingly, resulted in the fact that the standardization of this type of horse has not been done yet. Obtained results can also serve as basis for further work on improving this breed (type) of horse, creation of new more productive type (line), and the possibility to increase the number of heads of this breed in Serbia.

To achieve this, it is necessary to research greater population of horses, determine directions of work on breeding and selection, and observe other production and productivity characteristics of all categories, including heads ready for fertilization, pregnant mares, working horses and offspring.

### References

- Bencevic Z. (1950). Slavonian-Posavina horse. *Stočarstvo* 4:188–197.
- Cacic M., Kolaric S., Korabi N., Mladjenovic M., Tadic D., Pavan J., Baban M., Ivankovic A. (2006). Breeding systematization of autochthonous horse breed Croatia posavac. *Stočarstvo* 60:25–29.
- Gajic Z., Beslin R., Milic M., Jatsenjski S., Adzic N., Rankovic M. (1996). Development of horse breeding program of Yougoslavia. "Development of horse breeding program of Yougoslavia", 5–13, Zbornica.
- Ivankovic A., Caput P. (2004). Exterior features of Croatian autochthonous cold-blooded horse breeds. *Stočarstvo* 58:15–36.
- Ivankovic A., Ramljak J. (2006). Linear confirmation traits of the autochthonous horse breeds in Croatia. *Stočarstvo* 60. 53–57.
- Kovac M. (1994). Croatian Posavac. Agricultural Center of Croatia, Zagreb.
- Mitrovic S., Grubic G. (2003). Breeding and feeding horse. Faculty of Agriculture Zemun – Beograd.

## Exterior Characteristics of the horse breed population of „Posavac“ bred in the region of Eastern Serbia

Paprika S., Ivankovic A. (2005). Exterior features of the Posavina horse from the Odra and Lonja field. *Stočarstvo* 59:91-119.

Romic S. (1965). Posavina horse. *Agricultural science review*, 20:1–17.

Romic S. (1975). Capacity growth and production traits of Croatian cold-blood. *Praxis Veterinaria* 2:87-99.

SAS (2003). Data analysis software system, Version 6. Package program, User's Guide, Stat. Soft. Inc., Chicago, Illinois, USA.

Teodorovic V., Baltic M., Tadic I. (1996). Production and processing of horse meat. "Development of horse breeding program of Yougoslavia", 37–42, *Zobnatica*.

**sa2012\_0706**

# Utjecaj kastracije ovnova na klaoničke pokazatelje i kakvoću trupa

Valentino DRŽAIĆ<sup>1</sup>, Boro MIOČ<sup>1</sup>, Marina KRVAVICA<sup>2</sup>, Zvonimir PRPIĆ<sup>1</sup>, Ivan VNUČEĆ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska  
(e-mail: vdrzaic@agr.hr)

<sup>2</sup>Veleučilište "Marko Marulić" u Kninu, Petra Krešimira IV. 30, 22300 Knin, Hrvatska

## Sažetak

Cilj rada bio je utvrditi utjecaj kastracije na klaoničke pokazatelje, odlike trupa, pH vrijednost i boju mesa muških grla travničke pramenke. U tu svrhu zaklana su 44 muška grla (22 ovna i 22 kastrata) u dobi između četiri i pet godina. Iako su ovnovi imali veću prosječnu tjelesnu masu prije klanja i veću masu trupa, u kastrata je utvrđen veći ( $P < 0,05$ ) prosječni randman (49,54 : 47,75%). Kastrati su imali veću  $b^*$  vrijednost pokazatelja boje mjereno na *M. rectus abdominis*, a u ovnova je utvrđena veća  $a^*$  vrijednost pokazatelja boje mjereno na *M. semitendinosus* ( $P < 0,05$ ). Trupovi ovnova i kastrata su bili podjednako razvijeni, premda su ovnovi imali dulje stražnje noge ( $P < 0,05$ ).

Ključne riječi: travnička pramenka, kastracija, odlike trupa, pH vrijednost, boja mesa

## Influence of ram castration on carcass traits and quality

### Abstract

The aim of this study was to determine the influence of castration, conducted six months before slaughter, on slaughter and carcass traits, pH value and meat colour of Travnik Pramenka males. For that purpose 44 males were slaughtered (22 rams and 22 wethers) at age between four and five years. Although rams had higher slaughter weight and carcass weight, higher ( $P < 0,05$ ) average dressing percentage was determined in wethers (49.54:47.75%). Wethers had a higher ( $P < 0,05$ )  $b^*$  value of *M. rectus abdominis*, but higher ( $P < 0,05$ )  $a^*$  value of *M. semitendinosus* was determined in rams. Carcasses of rams and wethers were equally developed, although rams had a longer hind legs ( $P < 0,05$ ).

Key words: Travnik Pramenka breed, castration, carcass traits, pH value, meat colour

### Uvod

Proizvodnja mesa je osnovni cilj uzgoja ovaca u mnogim zemljama pa tako i u Hrvatskoj. Hrvatsko ovčarstvo temelji se na skromnim, otpornim i prilagodljivim pasminama, kombiniranih proizvodnih odlika u tipu pramenke, među koje se ubraja i travnička pramenka. Naime, iako travnička pramenka potječe iz Središnje Bosne (šire područje Travnika), razbuktavanjem rata u Bosni i Hercegovini tijekom 1992. i 1993. godine u Hrvatsku je dopremljeno oko 10000 ovaca (Mioč i sur., 2007) i to ponajviše na područje zapadne Slavonije (Voćin, Daruvar, Đulovac) i Like (Vrhovine, Otočac, Udbina i Korenica). Trenutačno se u Hrvatskoj uzgaja oko 15000 travničkih pramenki, od kojih je 5597 uzgojno valjanih, uključujući 4038 ovaca, 1419 šilježica i 140 rasplodnih ovnova. Travnička pramenka čini 11,73% uzgojno valjane populacije ovaca u Republici Hrvatskoj (HPA, 2011). Ova pasmina pripada skupini krupnijih pramenki, kasnozrela je te potpuni tjelesni razvitak postiže između treće i četvrte godine života. Prosječna tjelesna masa odraslih ovaca travničke

pramenke je 70,74 kg, a ovnova 78,07 kg (Pavić i sur., 1999). Travnjičke ovce uglavnom se pripuštaju jednom godišnje (potkraj ljeta, tijekom jeseni), a janje potkraj zime da bi janjad, nakon što ojača (početkom proljeća), s ovcama mogla ići na pašu. Prosječna plodnost ovaca je, ovisno o hranidbi, od 120 do 140%. U razdoblju od janjenja do klanja (dob od 3 do 4 mjeseca) janjad dnevno prirasta od 200 do 300 g (Mioč i sur., 2007). Prosječna iskoristivost trupa muške janjadi je 48,56%, a ženske nešto veća, 50,92% (Bedeković i sur., 2007).

Iako je janjetina najzastupljenija kategorija ovčjeg mesa, ne treba zanemariti ni meso odraslih kategorija, prvenstveno izlučenih ovnova i kastrata. Pritom se odrasle ovnove preporučuje kastrirati (uškopiti) najmanje dva mjeseca prije klanja (Mioč i sur., 2007). Naime, mnogo je znanstvenih dokaza da muški kastrati brže priraštaju, brže postižu klaoničku masu te imaju veću iskoristivost trupa i sočnije meso negoli nekastrati (Mioč i sur., 2007). Na osnovu navedenih pretpostavki, cilj ovog istraživanja je bio utvrditi utjecaj kastracije odraslih ovnova travničke pramenke na klaoničke pokazatelje, odlike trupova te boju i pH vrijednost mišićnog tkiva.

### Materijal i metode

Istraživanjem su bila obuhvaćena 44 muška grla travničke pramenke (22 ovna i 22 kastrata) u dobi između četiri i pet godina. Kastracija je provedena šest mjeseci prije klanja beskrvnom metodom, odnosno gnječanjem sjemenovoda (*ductus deferens*) Burdizzo kliještama. Sve istraživane životinje odabrane su iz istog stada, odnosno bile su uzgajane u identičnim hranidbenim uvjetima. Neposredno prije klanja, obavljenog u ovlaštenoj klaonici, pojedinačnim vaganjem je utvrđena tjelesna masa životinja. Nakon klanja i iskrvarenja trupovi su bili podvrgnuti standardnim postupcima obrade, a potom su obavljena pojedinačna vaganja pojedinih unutarnjih organa (predželudaca i želuca sa crijevima, jetre, slezene i pluća sa srcem), zatim kože s donjim dijelovima nogu, rogova, testisa i klaonički obrađenih trupova. Masa toplog trupa utvrđena je neposredno nakon klaoničke obrade, a masa hladnog trupa nakon 24-satnog hlađenja pri temperaturi od 4°C. Mjerenje trupova provedeno je prema metodi koju su razvili Fischer i de Boer (1994). Neposredno nakon klanja i klaoničke obrade trupa, na mišićnoj regiji *M. rectus abdominis* (MRA) i *M. semitendinosus* (MS) provedeno je mjerenje boje mesa uređajem Minolta Chroma Meter CR-410 s 50 milimetarskim dijametarskim područjem mjerenja i standardnom iluminacijom za meso (D65), uređenim za spektar boja L\*, a\*, b\* (CIE Lab). Pokazatelj L\* predstavlja svjetlinu (bljedoću) mesa mjernog opsega od 0 do 100, pokazatelj a\* predstavlja stupanj crvenila mesa, odnosno spektar od zelene (-60) do crvene (60) boje, a pokazatelj b\* predstavlja stupanj žutila, odnosno spektar boja od plave (-60) do žute (60). Vrijednost pH u dugom leđnom mišiću (*M. longissimus dorsi* (MLD)) izmjerena je ubodnom elektrodom 56/57-SS korištenjem pH metra IQ 150 u visini između 12. i 13. rebra, unutar 45 minuta nakon klanja (pH<sub>45</sub>) te 24 sata nakon klanja (pH<sub>24</sub>), odnosno nakon hlađenja.

Dobiveni podaci statistički su obrađeni primjenom statističkog programa SAS (SAS, 2008). Klaonički pokazatelji, mjere trupa te pokazatelji boje i pH vrijednosti mišićnog tkiva analizirani su primjenom procedure MEANS, dok je utjecaj kastracije na navedene pokazatelje analiziran t-test procedurom. Dobivene vrijednosti su izražene kao MEAN±SE (srednja vrijednost ± standardna greška).

### Rezultati i rasprava

Tjelesna masa muških grla travničke pramenke neposredno prije klanja, zatim masa toplog i hladnog trupa, randman, masa želuca i crijeva, pluća sa srcem, jetre, slezene, testisa, kože s nogama i rogova prikazana je u tablici 1.

Veliki raspon tjelesne mase muških grla travničke pramenke prije klanja (od 48 do 92,75 kg) odrazio se i na raspon mase trupa (od 22 do 47 kg). Pritom je masa organa koji nisu sastavni dio trupa (želudac, predželuci i crijeva, jetra, slezena, testisi, pluća sa srcem, koža i donji dijelovi nogu) prosječno iznosila 31,91 kg (tablica 1). Golimytis i sur. (2006) navode manju masu pluća i srca te nešto veću masu jetre u ovnova Karagouniko pasmine nego je utvrđeno u muških grla travničke pramenke. Prosječni randman odraslih grla travničke pramenke (48,65%) veći je nego u, primjerice, mladih Karayaka ovnova (45,4%), a manji nego u kastrata pasmina Dorper (62,86%) i Damara (59,86%) (Olfaz i sur., 2005; Tshabalala i sur., 2003).

U tablici 2 prikazana je pH vrijednosti dugog leđnog mišića (*M. longissimus dorsi*) te pokazatelji boje mišićnih regija *M. rectus abdominis* i *M. semitendinosus*. Muška grla travničke pramenke imala su višu vrijednost pH<sub>45</sub>, a nižu vrijednost pH<sub>24</sub> u odnosu na vrijednosti koje navode Sen i sur. (2004) u ovčjem i

kozjem mesu. Mišićna regija MRA odabranih odraslih muških grla travničke pramenke bila je svjetlija (L\*) sa nižim stupnjem crvenila (a\*) i nižim stupnjem žutila (b\*) u odnosu na MS mišićnu regiju (tablica 2).

Tablica 1. Klaonički pokazatelji muških grla travničke pramenke

Pokazatelj	n	x	Min.	Max.	Sd	CV, %
Masa prije klanja, kg	44	69,62	48,00	92,75	10,35	14,87
Masa toplog trupa, kg	44	33,93	22,50	47,50	5,88	17,34
Masa hladnog trupa, kg	44	33,32	22,00	47,00	5,94	17,84
Randman, %	44	48,65	43,56	54,30	2,90	5,96
Želudac i crijeva, kg	44	18,27	10,75	27,03	3,34	18,27
Pluća i srce, kg	44	1,44	0,99	2,54	0,27	18,84
Jetra, kg	44	1,15	0,70	1,75	0,27	23,08
Slezena, kg	43	0,19	0,12	0,33	0,04	20,53
Testisi, kg	38	0,50	0,15	0,86	0,13	25,66
Koža i noge, kg	43	10,36	7,63	14,55	1,77	17,10
Rogovi, kg	41	1,05	0,04	2,07	0,54	51,54

n–broj grla,  $\bar{x}$ –aritmetička srednja vrijednost, Min.–najmanja vrijednost, Max.–najveća vrijednost, Sd.–standardna devijacija, CV–koeficijent varijabilnosti.

Tablica 2. Opisni statistički pokazatelji pH vrijednosti i boje mišićnog tkiva

Mišićna regija	Pokazatelj	n	x	Min.	Max.	Sd	CV, %
MLD	pH <sub>45</sub>	44	6,64	5,87	7,04	0,29	4,32
	pH <sub>24</sub>	44	5,34	5,13	5,65	0,11	2,08
	L*	43	46,60	31,63	55,20	4,06	8,71
MRA	a*	43	14,29	10,25	19,95	2,15	15,06
	b*	43	-4,56	-7,00	-0,61	1,74	-38,30
	L*	43	44,22	37,63	50,58	3,26	7,37
MS	a*	43	14,46	7,14	18,49	1,92	13,26
	b*	43	-1,70	-5,40	1,75	1,80	-105,80

Tablica 3. Opisni statistički pokazatelji mjera trupa

Pokazatelj	n	x	Min.	Max.	Sd	CV, %
Duljina trupa, cm	44	85,61	70,00	98,50	5,55	6,49
Dubina trupa, cm	44	33,91	24,50	38,00	2,43	7,18
Širina trupa, cm	44	19,38	16,50	22,50	1,34	6,91
Duljina stražnje noge, cm	44	29,28	22,00	34,00	3,08	10,50

Prosječna duljina trupa (85,61 cm) muških grla travničke pramenke (tablica 3) veća je od duljine trupa različitih mesnih genotipova ovaca (72,9 – 76,6 cm) koju navode Ponnampalam i sur. (2007).

Predmetnim istraživanjem utvrđen je značajno veći ( $P < 0,05$ ) randman kastrata, iako su nekastrirani ovnovi imali veću prosječnu tjelesnu masu prije klanja te veću prosječnu masu toplog i hladnog trupa (tablica 4). Međutim, Young i sur. (2006) navode veću prosječnu masu trupa u mladim kastrata (kastriраниh nakon rođenja), nego u ovnova Romney pasmine. U ovnova travničke pramenke je utvrđena veća masu jetre ( $P < 0,001$ ) i testisa ( $P < 0,01$ ) nego u kastrata. Goliomytis i sur. (2006) su utvrdili veću masu prije klanja (101,25 kg) i veću masu trupa (57,23 kg) u ovnova Karagouniko pasmine u odnosu na utvrđene vrijednosti u (nekastriranih) ovnova travničke pramenke.

Iz podataka prikazanih u tablici 5 uočljiv je izraženiji pad pH vrijednosti unutar 24 sata nakon klanja u ovnova u odnosu na kastrate, premda se utvrđene vrijednosti nisu značajno razlikovale. U ovnova su analizirane mišićne regije MRA i MS bile neznatno svjetlije nijanse boje (veća L\* vrijednost) nego u kastrata, dok je, naprotiv, u kastrata utvrđena značajno veća ( $P < 0,05$ ) b\* vrijednost pokazatelja boje mišićne regije MRA te manja ( $P < 0,05$ ) a\* vrijednost pokazatelja boje mišićne regije MS, nego u nekastrata (tablica 5).



## Influence of ram castration on carcass traits and quality

Tablica 4. Klaonički pokazatelji ovnova i kastrata (MEAN±SE)

Pokazatelj	Kategorija		Razina značajnosti
	Ovnovi (n=22)	Kastrati (n=22)	
Masa prije klanja, kg	71,19 ± 1,16	68,05 ± 2,90	NZ
Masa toplog trupa, kg	33,95 ± 0,56	33,91 ± 1,71	NZ
Masa hladnog trupa, kg	33,39 ± 0,57	33,25 ± 1,72	NZ
Randman, %	47,75 ± 0,51	49,54 ± 0,66	*
Želudac i crijeva, kg	17,96 ± 0,66	18,59 ± 0,77	NZ
Pluća i srce, kg	1,47 ± 0,04	1,42 ± 0,07	NZ
Jetra, kg	1,35 ± 0,04	0,94 ± 0,03	***
Slezena, kg	0,18 ± 0,01	0,20 ± 0,01	NZ
Testisi, kg	0,55 ± 0,02	0,44 ± 0,04	**
Koža i noge, kg	10,24 ± 0,23	10,48 ± 0,48	NZ
Rogovi, kg	1,17 ± 0,10	0,92 ± 0,13	NZ

NZ: nije značajno; \*P<0,05; \*\*P<0,01; \*\*\*P<0,001.

Tablica 5. Pokazatelji boje i pH vrijednosti mesa ovnova i kastrata (MEAN±SE)

Mišićna regija	Pokazatelj	Kategorija		Razina značajnosti
		Ovnovi (n=22)	Kastrati (n=22)	
MLD	pH <sub>45</sub>	6,70 ± 0,06	6,59 ± 0,06	NZ
	pH <sub>24</sub>	5,32 ± 0,02	5,37 ± 0,03	NZ
	L*	46,99 ± 0,71	46,22 ± 1,01	NZ
MRA	a*	13,84 ± 0,36	14,73 ± 0,54	NZ
	b*	-5,11 ± 0,26	-4,03 ± 0,44	*
	L*	44,72 ± 0,64	43,75 ± 0,76	NZ
MS	a*	15,21 ± 0,32	13,74 ± 0,43	*
	b*	-1,48 ± 0,36	-1,92 ± 0,42	NZ

Tablica 6. Pokazatelji mjera trupova ovnova i kastrata (MEAN±SE)

Pokazatelj	Kategorija		Razina značajnosti
	Ovnovi (n=22)	Kastrati (n=22)	
Duljina trupa, cm	85,89 ± 1,07	85,34 ± 1,31	NZ
Dubina trupa, cm	33,95 ± 0,58	33,86 ± 0,46	NZ
Širina trupa, cm	19,57 ± 0,28	19,19 ± 0,30	NZ
Duljina stražnje noge, cm	30,39 ± 0,56	28,18 ± 0,67	*

S obzirom na utvrđene mjere trupa (duljina, dubina i širina trupa) prikazane u tablici 6, može se zaključiti kako su trupovi ovnova i kastrata podjednako razvijeni, premda su se ovnovi odlikovali duljom stražnjom nogom (P<0,05). Međutim, ovnovi i kastrati travničke pramenke odlikuju se duljim trupovima nego kastrati različitih mesnih genotipova (Ponnampalam i sur., 2007).

### Zaključci

Premda je kastracija odabranih odraslih muških grla travničke pramenke provedena svega šest mjeseci prije klanja, u kastrata je utvrđena značajno veća (P<0,05) iskoristivost trupa nego u ovnova. Mase unutarnjih organa nisu se značajno razlikovale, osim mase jetre i mase testisa koje su bile značajno veće u ovnova. Kastrati su imali izraženiju b\* vrijednost pokazatelja boje *M. rectus abdominis*, a u ovnova je utvrđena veća a\* vrijednost pokazatelja boje *M. semitendinosus* (P<0,05). Trupovi ovnova i kastrata su bili podjednako razvijeni, premda su ovnovi imali dulje stražnje noge (P<0,05).

### Literatura

- Bedeković D., Mioč B., Pavić V., Vnućec I., Prpić Z., Barać Z. (2007). Klaonički pokazatelji creske, paške i janjadi travničke pramenke. *Stočarstvo* 61(5):359-370.
- Fischer A.V., de Boer H. (1994). The EAAP standard method of sheep carcass assessment.

- Carcass measurements and dissection procedures, Report of the EAAP Working Group on Carcass Evaluation, in cooperation with the CIHEAM Instituto Agronomico Mediterraneo of Zaragoza and the CEC Directorate General for Agriculture Brussels. *Livestock Production Science* 38:149-159.
- Goliomytis M., Orfanos S., Panopoulou E., Rogdakis E. (2006). Growth curves for body weight and carcass components, and carcass composition of the Karagouniko sheep, from birth to 720 d of age. *Small Ruminant Research* 66:222-229.
- HPA (2011). Godišnje izvješće za 2010. godinu (Ovčarstvo, kozarstvo i male životinje). Hrvatska poljoprivredna agencija, Križevci.
- Mioč B., Pavić V., Sušić V. (2007). Ovčarstvo. Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb.
- Olfaz M., Ocak N., Erener G., Cam M. A., Garipoglu A.V. (2005). Growth, carcass and meat characteristics of Karayaka growing rams fed sugar pulp, partially substituting for grass hay as forage. *Meat Science* 70:7-14.
- Pavić V., Mioč B., Barać Z. (1999). Odlike eksterijera travničke pramenke. *Stočarstvo* 53(2):83-89.
- Ponnampalam E.N., Hopkins D.L., Butler K.L., Dunshea F.R., Warner R.D. (2007). Genotype and age effects on sheep meat production 2. Carcass quality traits. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 47:1147-1154.
- SAS (2008). SAS Version 9.2, SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Sen A.R., Santra A., Karim S.A. (2004). Carcass yield, composition and meat quality attributes of sheep and goat under semiarid conditions. *Meat Science* 66:757-763.
- Tshabalala P.A., Strydom P.E., Webb E.C., de Kock H.L. (2003). Meat quality of designated South african indigenous goat and sheep breeds. *Meat Science* 65:563-570.
- Young O.A., Lane G.A., Podmore C., Fraser K., Agnew M.J., Cummings T.L., Cox N.R. (2006). Changes in composition and quality characteristics of ovine meat and fat from castrates and rams aged to 2 years. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 49(4):419-430.

sa2012\_0707

# Incidence of aflatoxin M<sub>1</sub> in milk used for the production of Istrian cheese

Lejla DURAKOVIĆ<sup>1</sup>, Mirna MRKONJIĆ-FUKA<sup>2</sup>, Andrea SKELIN<sup>2</sup>, Senadin DURAKOVIĆ<sup>1</sup>, Sulejman REDŽEPOVIĆ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology, Pierottijeva ulica 6, 10000 Zagreb, Croatia (e-mail: Lejla.Durakovic@pbf.hr)

<sup>2</sup>University of Zagreb, Faculty of Agriculture, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Croatia

## Abstract

This study was undertaken to determine the presence and levels of aflatoxin M<sub>1</sub> (AFM<sub>1</sub>) in ewe's milk produced by different plants in the Istrian region of Croatia, and to compare the obtained results with maximum of AFM<sub>1</sub> tolerance limits in milk that are accepted by some of the countries such as Croatia. The occurrence of AFM<sub>1</sub> contamination in investigated milk samples was determined by ELISA (Enzyme Linked Immunosorbent Assay) technique. A total of 18 samples of commercial whole milk were analyzed. AFM<sub>1</sub> was found in all of the milk samples examined. The mean value was 0.028 µg L<sup>-1</sup>. The range of contamination levels varied among different farms. None of investigated samples did not contain AFM<sub>1</sub> in concentrations that exceeded the maximum acceptable levels (0.05 µg L<sup>-1</sup>) that are accepted by Croatia.

Key words: mycotoxins, aflatoxin B<sub>1</sub>, aflatoxin M<sub>1</sub>, ELISA, ewe's milk

## Prisutnost aflatoksina M<sub>1</sub> u mlijeku za proizvodnju Istarskog sira

### Sažetak

Istraživanje je provedeno radi određivanja prisutnosti i količine aflatoksina M<sub>1</sub> (AFM<sub>1</sub>) u ovčjem mlijeku proizvedenom na različitim farmama u Istarskoj regiji Hrvatske i usporedbe dobivenih rezultata s maksimalnim dopuštenim vrijednostima AFM<sub>1</sub> u mlijeku, što su prihvaćene u pojedinim zemljama poput Hrvatske. Učestalost kontaminacije testiranih uzoraka mlijeka s AFM<sub>1</sub> određena je ELISA imunoafinitetnim postupkom. Analizirano je ukupno 18 uzoraka cijelog komercijalnog mlijeka. AFM<sub>1</sub> nađen je u svim istraživanim uzorcima mlijeka. Srednja vrijednost iznosila je 0,028 µg L<sup>-1</sup>. Raspon kontaminacije varirao je među različitim farmama. Niti u jednom istraživanom ozorku nisu nađene koncentracije AFM<sub>1</sub> koje prelaze maksimalno dopuštenu razinu (0,05 µg L<sup>-1</sup>) što je prihvaćena u Hrvatskoj.

Ključne riječi: mikotoksini, aflatoxin B<sub>1</sub>, aflatoxin M<sub>1</sub>, ELISA, ovčje mlijeko

### Introduction

Of all mycotoxins, aflatoxin B<sub>1</sub> (AFB<sub>1</sub>) is considered to be the most toxic/carcinogenic compound (Škrinjar et al., 1992; Duraković et al., 2011). Mammals that ingest AFB<sub>1</sub>-contaminated diets eliminate into milk amounts of the principal 4-hydroxylated metabolite known as "milk toxin" or aflatoxin M<sub>1</sub> (AFM<sub>1</sub>) (Galvano et al., 1996). AFM<sub>1</sub> recently reported as hepatic and carcinogenic to humans (European Commission, 2006), is a metabolite found in the milk of lactating animals which have consumed feedstuffs contaminated by aflatoxin B<sub>1</sub> (AFB<sub>1</sub>) (Škrinjar et al., 1992; Galvano et al., 1996; Kamkar, 2006). Because of the binding of AFM<sub>1</sub> to the

protein fraction, in particular the association with casein, this metabolite can be present also in dairy products with contaminated milk. When cheese making is carried using AFM<sub>1</sub> contaminated milk, this toxin is likely to have become enriched in the final curd compared to that found in milk (Kamkar, 2006). Therefore, it is necessary to note whether AFM<sub>1</sub> is present in final product like cheese, because its concentration in it has been reported to be around 2.1-4.5 times higher than in original milk used in the production of this cheese type (Kamkar, 2006). There is a general consensus that approximately 1-3% of the AFB<sub>1</sub> initially present in animal feeds appear as AFM<sub>1</sub> in milk, but this transmission rate was shown to vary from animal to animal, from day to day, and from one milking to the next (Škrinjar et al., 1992). Milk is a highly variable product that rapidly loses its homogeneity and spoils if untreated. Since milk may be processed in numerous ways, the effect of storage and processing on stability and distribution of AFM<sub>1</sub> are of a great concern. The incidence of AFM<sub>1</sub> is often higher in commercial milk than in raw milk, because of the dilution of uncontaminated bulk milk by only a few contaminated samples (Kamkar, 2006). On the other hand, a seasonal trend in milk contamination was noted that lower levels of AFM<sub>1</sub> occurring during the summer months when animals consumed more grass than concentrated feeds (Galvano et al., 1996). The toxicological concern with AFM<sub>1</sub> arises in principle from its close structure similarity to AFB<sub>1</sub> (Figure 1), which has been shown to be of the most potent carcinogens (Duraković et al., 2011).

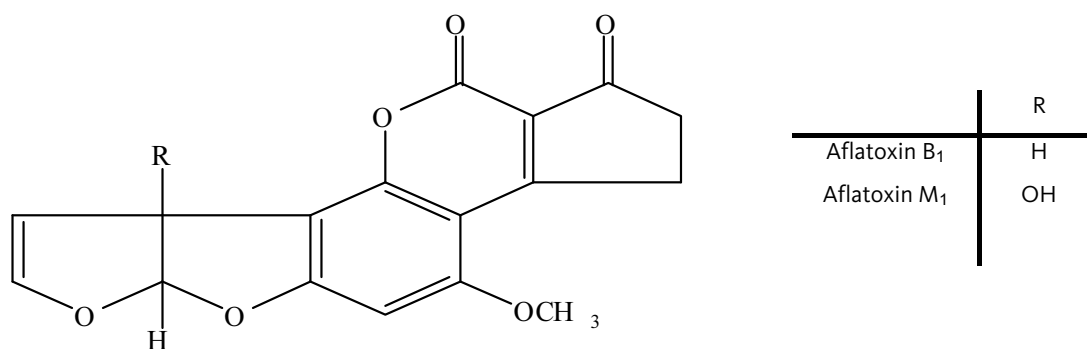


Figure 1. Chemical structures of aflatoxins B and M. (Duraković et al., 2011).

AFM<sub>1</sub> is relatively stable in raw and processed milk and milk products, and is unaffected by pasteurization or processing into cheese. Thus, if raw milk contains AFM<sub>1</sub>, cheese made from such milk also contains AFM<sub>1</sub> (Galvano et al., 1996). Traditional Istrian cheese is produced from raw ewe's milk on small scale farms across Istria and it is left to ripen 90-120 days (Mrkonjić-Fuka et al., 2010). The production and consumption of cheese, especially Istrian cheese is widespread in the Istrian region of Croatia (Samaržija et al., 2003). For this purpose, this study was designed to determine the presence and levels of AFM<sub>1</sub> in Istrian milk, that is especially sold and consumed in Istria region, and to compare the obtained results with the maximum of AFM<sub>1</sub> tolerance limits in milk that are accepted by some of the countries such as Croatia.

## Material and methods

### Sampling

Investigated milk was collected from six farms located at different areas in the Istrian region of Croatia during the year 2007. Due to the unequal beginning of the production of Istrian cheese at different farms, the collection of samples started at two farms in May, two farms in June and two farms in July 2007. All samples were collected in triplicates, transported to the laboratory at 4 °C, and frozen at -20 °C. A total specimen contained 18 milk samples, which were used for AFM<sub>1</sub> analysis, and randomly obtained from six different milk producers who delivered their milk to the Department of Microbiology, Faculty of Agriculture, Zagreb, Croatia. The milk samples were taken six times at 15 day intervals.

## Methods

In this study, we employed a reliable method for ELISA determination of aflatoxins in milk, which we consider to be a better method for controlling aflatoxins. Determination of AFM<sub>1</sub> was based on Enzyme Linked Immunoassay using RIDASCREEN IMMUNOLAB test kit (Immunolab GmbH, Kassel, Germany), which also contained AFM<sub>1</sub> standard. This method is quick, reliable, and costs effective for estimating AFM<sub>1</sub> and has been included in the official collection of test procedures by the German Federal Board for Health. Solvents used during the experiment were analytically pure, purchased from Merck (Darmstadt, Germany), and were prepared according to van Egmond (1989). Most of the reagents used were in the RIDASCREEN test kit, which included microtiter plate coated with capture antibodies, AFM<sub>1</sub> standard solutions (1.3 mL each, 0 ppt, 250 ppt, 500 ppt, 1000 ppt, 2000 ppt), peroxidase conjugated aflatoxin, anti-aflatoxin M<sub>1</sub> antibody, substrate/chromogen stained in red and stop solution that contains 1N sulphuric acid.

### Preparation of the milk samples

Preparation of samples was conducted according to the instructions of the RIDASCREEN test kit. 10 mL of milk samples were chilled to 10 °C and then centrifuged for 10 min. at 3500 rpm. An aliquot (50 µL per well) of the milk was used directly in the test. The IMMUNOLAB aflatoxin M<sub>1</sub> quantitative test is based on the principle of an enzyme-linked immunosorbent assay. The AFM<sub>1</sub> was assayed quantitatively by ELISA, according to the standard calibration curve (Figure 2).

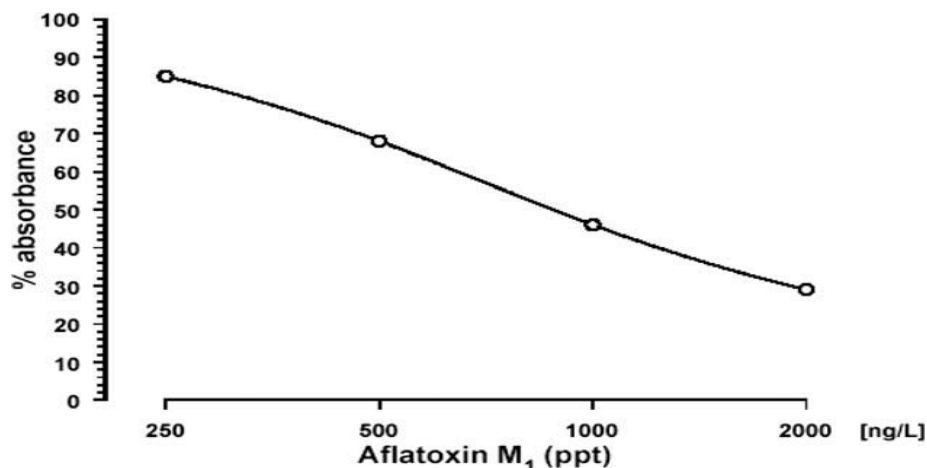


Figure 2. Calibration curve of AFM<sub>1</sub>.

### Evaluation of AFM<sub>1</sub>

The absorbance values obtained for the standards and the samples were divided by the absorbance value of the first standard (0 standard) and multiplied by 100. Therefore, the zero standard is thus made equal to 100% and the absorbance values are quoted in percentages. The absorption is inversely proportional to the AFM<sub>1</sub>. According to the test preparation record, the lower detection limit is 0.01 µg L<sup>-1</sup> for milk.

### Calculation of extrapolated values of AFB<sub>1</sub> concentration in cattle feeding stuffs

Many researchers reported that there was a linear relationship between amount of AFM<sub>1</sub> in milk and AFB<sub>1</sub> in feed consumed by the animals (Bakirci, 2001). It has been suggested that only 1.6% of ingested AFB<sub>1</sub> is converted to AFM<sub>1</sub> by the dairy cattle. Hence, the values of AFB<sub>1</sub> contamination in feeding stuffs were back calculated by the formula given below (Rostogi et al., 2004):

$$AFB_1 (\mu\text{g kg}^{-1}) = \frac{AFM_1 (ng L^{-1}) \times 100}{1.6 \times 1000}$$

## Results and discussion

In the present work it was intended to investigate quantitatively the detection and determination of AFM<sub>1</sub> whose presence in Istrian milk was of special interest. As shown in Table 1, all of the 18 milk samples were found to be contaminated with AFM<sub>1</sub> at < 0.025-0.037 µg L<sup>-1</sup>. All concentrations were below the maximum tolerated levels in liquid milk (50 ng L<sup>-1</sup>), in Croatia. AFB<sub>1</sub> concentration in ewe's feedstuffs was shown in Table 2. All concentrations of AFB<sub>1</sub> in ewe's feedstuffs also did not exceed maximum tolerated levels (5 µg kg<sup>-1</sup>) (EU Commission, 2006). The percentages of absorbance obtained in the competitive ELISA with the calibration curve (Figure 2) allow to calculate the AFM<sub>1</sub> concentration in µg L<sup>-1</sup> in the samples (Table 1), for each kind of milk-dairy farm milk. All samples were below the advisory limit of 0.05 µg L<sup>-1</sup>.

Table 1. AFM<sub>1</sub> contamination in ewe's milk samples in Istria region during the year 2007.

Sample category	Samples analyzed	Positive samples	AFM <sub>1</sub> range (µg L <sup>-1</sup> )	Exceeding EC/Codex regulations (50 ng L <sup>-1</sup> )
Liquid milk	18	18 (18)	<0.024-0.037	None
May	6	6 (6)	<0.024-0.037	None
June	6	6 (6)	<0.024	None
July	6	6 (6)	<0.024-0.029	None

Table 2. Extrapolated AFB<sub>1</sub> concentration in cattle feedstuffs based on AFM<sub>1</sub> contamination in milk samples.

Sample category	Samples analyzed	Positive samples	AFB <sub>1</sub> range (µg kg <sup>-1</sup> )	Exceeding EC/Codex regulations (5 µg kg <sup>-1</sup> )
Cattle feedstuffs	18	18 (18)	<1.5-2.3	None
May	6	6 (6)	<1.5-2.3	None
June	6	6 (6)	<1.5	None
July	6	6 (6)	<1.5-1.8	None

The AFM<sub>1</sub> concentrations encountered were within the tolerance level. The results indicate that the incidence of AFM<sub>1</sub> in ewe's milk commercialized in Istria is not serious. However, with regard of this particular contamination in Croatia, the information is limited. The situation suggests that more samples will have to be analyzed and the survey conducted over a more extent period,

in order to obtain data corresponding in various climate-humidity and temperature conditions. Since milk is one of the most important human foods and the main nutrient for growing young, who are notably vulnerable and potentially more sensitive than adults, it must therefore, be monitored for contaminants, including AFM<sub>1</sub>.

## Conclusions

Ewe's milk samples were analyzed for the presence and concentration of aflatoxin M<sub>1</sub> using an enzyme-linked immunoassay. A total of 18 samples aforementioned materials were analyzed originating from plants of Istria region of Croatia. Levels of aflatoxin M<sub>1</sub> in ewe's milk were found far below the tolerance level (highest value 0.037 µg L<sup>-1</sup>). Thus, considering the current scientific information, the general human exposure to AFM<sub>1</sub> by the consumption of contaminated ewe's milk is not significant in Istrian region of Croatia. However, considering the fact that small numbers of samples were analyzed and through a short time period, the levels of AFM<sub>1</sub> and AFB<sub>1</sub> in milk and milk products should be controlled and monitored continuously. Accordingly, it is important to maintain low levels of AFB<sub>1</sub> in dairy animals' feeds.

## References

- Bakirci I. (2001). A study on the occurrence of aflatoxin M<sub>1</sub> in milk and milk products produced in Van province of Turkey. *Food Control* 12:47-51.
- Duraković L., Blažinkov M., Skelin A., Sikora S., Delaš F., Mrkonjić-Fuka M., Huić-Babić K., Redžepović S. (2011). Temperature-dose relationships with aflatoxin M<sub>1</sub> in milk on the brine shrimp (*Artemia salina*) larvae. *Mljekarstvo* 61(2):145-153.

## Incidence of aflatoxin M<sub>1</sub> in milk used for the production of Istrian cheese

- European Commission (2006). European Commission Regulation (EC) no. 1881: 19 December 2006, setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. Official Journal, L364:5-24.
- Galvano F., Galofaro V., Galvano G. (1996). Occurrence and Stability of Aflatoxin M<sub>1</sub> in Milk and Milk Products. *Journal of Food Protection* 59(10):1079-1090.
- Kamkar A. (2006). A study on the occurrence of Aflatoxin M<sub>1</sub> in Iranian Feta cheese. *Food Control* 17:768-775.
- Mrkonjić-Fuka M., Engel M., Skelin A., Redžepović S., Schloter M. (2010). Bacterial communities associated with the production of artisanal Istrian cheese. *International Journal of Food Microbiology* 142:19-24.
- Rostogi S., Dwivedi D. P., Khanna K. S., Das M. (2004). Detection of AFM<sub>1</sub> contamination in milk and infant milk products from Indian markets by ELISA. *Food Control* 15:287-290.
- Samaržija D., Antunac N., Pećina M., Havranek J. (2003). Quality of the artisanal hard cheeses produced in the Mediterranean area of Croatia. *Milchwissenschaft* 58(1-2):43-46.
- Škrinjar M., Stubblefield R. D., Vujičić F., Stojanović E. (1992). Distribution of aflatoxin-producing moulds and aflatoxins in dairy cattle feed and raw milk. *Acta Microbiologica Hungarica* 39:175-179.
- van Egmond H.P. (1989). Aflatoxin M<sub>1</sub>: occurrence, toxicity, regulations. In: H.P. van Egmond (Ed.), *Mycotoxins in dairy products*. Elsevier Applied Science, London, pp.: 11-55.

sa2012\_0708

# Enzyme supplementation of a broiler diets containing different level of sunflower meal

Dragan GLAMOČIĆ, Miroslava POLOVINSKI HORVATOVIĆ,  
Dejan BEUKOVIĆ, Mirko IVKOVIĆ, Siniša BJEDOV

University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Trg Dositeja Obradovic No. 8, 21000 Novi Sad, Serbia  
(e-mail: glamocic@polj.uns.ac.rs)

## Abstract

Trial was carried out to evaluate the effects of inclusion of different levels of sunflower meal in grower and finisher broilers diets with 5% reduced ME and the effects of added exogenous enzymes (Roxazyme G2G (cellulase (endo-1,4-( $\beta$ -glucanase),  $\beta$ -glucanase (endo-1,3(4)- $\beta$ -glucanase) and xylanase (endo-1,4-  $\beta$  xylanase)) at 0.01% on broiler performance. Randomized block experimental design, with 3x2 factorial arrangements (different levels of sunflower meal with and without enzyme supplementation) of five replicates per treatment were used to test broilers performance. Body weight was significantly reduced by increased inclusion of sunflower meal at the end of the experimental trial. The effect of enzyme addition was obvious on body weight at both periods. Average feed conversion ratio was improved during the 15-28 day by addition of enzyme complex, but during the finisher phase (28-42 days) enzyme complex had no effect on this parameter. Sunflower meal had no effect on FCR, but inclusion at 10 and 16% slightly increased FCR, but not significantly. It can be concluded that inclusion of sunflower meal up to 16% did not have impact on FCR, and that enzyme complex Roxazyme G2G improved FCR during the grower period, and enhanced average body weight during the both phases.

Key words: exogenous enzyme, broilers, sunflower meal

## Introduction

In poultry diets energy is mainly provided by corn, while as protein source it is usually used soybean meal. How the profitability of broiler production is influenced by the price of feed especially source of proteins, every opportunity of replacement partially or totally soybean meal can affect on cost of production.

Sunflower meal has potential as replacement for soybean meal. One of the disadvantages of this protein feed is high level of fiber (Sredanović et al., 2005) which can caused reduced digestibility of dry matter, apparent metabolizable energy (AME) or protein (Mushtaq et al., 2009; Senkoylu and Dale, 1999; Tavernari et al., 2008; Glamović et al., 2011). Considerable amount of non-starch polysaccharides (NSP) such as  $\beta$ -glucans, xilana, arabans, pectins, and various other oligosaccharides causes limited inclusion of sunflower meal in broilers diets to avoid adverse negative effects on live performance (Furlan et al., 2001; Perić et al., 2010).

Inclusion of appropriate exogenous enzymes in broiler diets can overcome some limitation of diets caused by high level of NSP by improved digestibility and AME (Choct et al., 1995; Bedford, 2000).

The objective of this trial was to study the effect of different inclusion levels (6-16% of the diet) of sunflower meal (SFM) with or without enzyme supplementation (Roxazyme G2G (cellulase (endo-1,4-( $\beta$ -glucanase),  $\beta$ -glucanase (endo-1,3(4)- $\beta$ -glucanase) and xylanase (endo-1,4-  $\beta$  xylanase)) on the performance of broilers.

## Material and methods

For experimental trials, study was carried out at Faculty of Agriculture, Department of Animal Science in Novi Sad. A total of 1200 male Ross 308 broilers were obtained from local hatchery and randomly allotted to one of 30 floor pens. There was 6 treatments with 5 replicates. Each pen was equipped with separate tube feeder. Broilers were reared under normal temperature and environmental condition. The starter, grower



## Enzyme supplementation of a broiler diets containing different level of sunflower meal

and finisher period were from 1-14, 15-28 and 29-42 days of age, respectively. The enzyme complex (Roxazyme G2G which contained cellulase,  $\beta$ -glucanase and xylanase) were added in the grower and finisher diets at 0.01%. Starter diet was the same for all experimental birds, in grower inclusion level of sunflower meal were 0, 6 and 8%, and in finisher 0, 10 and 16%, metabolizable energy level in experimental diets (grower (15-28 days) and finisher (29-42 days)) were reduced for 5%. Birds and diets were weighted at beginning and in the end of each experimental phase in order to calculate body weight of birds and average feed conversion ratio (FCR) per periods.

Data were analyzed by GLM using StatSoft software (STATISTICA 8, 2009) to determine the effect of enzymes addition, diet type and interaction between these two factors. The results are considered significant when  $P < 0.05$ .

**Table 1. Composition of experimental diets**

Ingredients	Sunflower meal inclusion levels					
	grower			finisher		
	0%	6%	8%	0%	10%	16%
Corn	56.09	52.80	51.91	62.40	56.89	53.47
Oil (soya)	0	0	0	0	2	3.24
Soybean meal	21.56	13.09	10.22	17.07	10.61	6.77
Full-fat soybeans	17.62	23.35	25.00	16.00	16.01	16.00
L-lysine HCL	0.12	0.18	0.30	0.12	0.22	0.28
DL-Methionine	0.26	0.24	0.24	0.22	0.20	0.19
Limestone	1.54	1.53	1.52	1.38	1.25	1.23
Monocalcium phosphate	1.38	1.38	1.39	1.45	1.48	1.49
Salt	0.43	0.43	0.42	0.36	0.34	0.33
Premix	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Calculated analyses						
Crude protein, %	21.00	21.00	21.00	19.00	19.00	19.00
ME, MJ/kg	12.60	12.60	12.60	12.80	12.80	12.80
Lysine, %	1.24	1.24	1.24	1.09	1.09	1.09
Methionine and cystine, %	0.95	0.95	0.95	0.86	0.86	0.86
Ca, %	0.95	0.95	0.95	0.95	0.85	0.85
P (available), %	0.45	0.45	0.45	0.42	0.42	0.42

## Results and discussion

The results of this study are presented in the table 2 and 3. A significant effect ( $P < 0.05$ ) of adding higher concentration of sunflower meal on body weight (BW) was observed in finisher period (sunflower inclusion level were 0, 10 and 16%). Effect of enzyme complex was observed in grower period as well as in finisher period on average body weight.

Sunflower inclusion level had no significant effect on average feed conversion ratio (FCR), but significant effect of enzyme supplementation was obtained in grower period ( $P < 0.01$ ).

Mushtaq et al. (2009) reported that inclusion of sunflower meal up to 30% in diets with reduced ME had no effect on body weight gain, while the work of Perić et al. (2010) was found that inclusion of sunflower meal up to 12% could have negative impact on average body weight. The replacement of soybean meal with sunflower meal up to 67% in starter and 100% in finisher diets did not affect body weight gain in study of Rama Rao et al., 2006.

Increased body weights by addition of exogenous enzymes were found in numerous other studies (Vranjes et al., 1994; Perić et al., 2008; Cantor et al., 2009). Enzymes which act on NSP reduced intestinal viscosity caused by this polysaccharides and enhance digestibility of nutrient.

FCR was enhanced in grower phase but not in finisher in our study. Olukosi et al. (2007) reported that effect of enzyme is influenced by the age of birds, younger birds more benefited by enzyme supplementation, by maturing benefit of adding enzymes become smaller.

Table 2. Average body weight (kg) of the birds

	Sunflower meal									
	28 days					42 days				
	0	6	8	EC	CV (%)	0	10	16	EC	CV (%)
no EC	1.33	1.32	1.33	1.32 <sup>a</sup>	3.86	2.50	2.38	2.46	2.45 <sup>a</sup>	3.15
with EC	1.37	1.35	1.38	1.37 <sup>b</sup>		2.58	2.48	2.48	2.51 <sup>b</sup>	
SF meal	1.34	1.33	1.35			2.54 <sup>Aa</sup>	2.43 <sup>B</sup>	2.47 <sup>b</sup>		

\*a-b p<0.05; A-B p<0.01; EC-enzyme complex; CV-coefficient of variation; SF-sunflower

Table 3. Average feed conversion ratio (FCR) during the grower phase

	Sunflower meal									
	grower (15-28 days)					finisher (29-42 days)				
	0	6	8	EC	CV(%)	0	10	16	EC	CV(%)
no EC	1.58	1.56	1.56	1.57 <sup>A</sup>	4.16	2.14	2.29	2.22	2.22	5.92
with EC	1.52	1.51	1.49	1.51 <sup>B</sup>		2.21	2.18	2.23	2.21	
SF meal	1.55	1.54	1.53			2.17	2.23	2.24		

\*a-b p<0.05; A-B p<0.01; EC-enzyme complex; CV-coefficient of variation; SF-sunflower

## Conclusion

Average feed conversion ratio was improved during the 15-28 day by addition of enzyme complex, but during the finisher phase (28-42 days) enzyme complex had no effect on this parameter. Sunflower meal had no effect on FCR, but inclusion at 10 and 16% slightly increased FCR, but not significantly. It can be concluded that inclusion of sunflower meal up to 16% did not have impact on FCR, and that enzyme complex Roxazyme G2G improved FCR during the grower period, and enhanced average body weight during the both phases.

## References

- Bedford M.R. (2000). Exogenous enzymes in monogastric nutrition - their current value and future benefits. *Anim. Feed Sci. Technol.* 86:1-13.
- Cantor A.H., Pescatore A.J., Ford M.J., Pierce J.L., Dawson K.A. (2009). Effect of enzyme supplementation and acidification of diets on nutrient digestibility and growth performance of broiler chicks. *Poult. Sci.* 88:111-117.
- Choct M., Hughes R.J., Trimble R.P., Angkanaporn K., Annison G. (1995). Non-Starch Polysaccharide-Degrading Enzymes Increase the Performance of Broiler Chickens Fed Wheat of Low Apparent Metabolizable Energy. *J. Nutr.* 125:485-492.
- Furlan A.C., Mantovani C., Murakami A.E., Moreira I., Scapinello C., Martins E.M. (2001). Utilização do farelo de girassol na alimentação de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30(1):158-164.
- Glamočić D., Polovinski Horvatović M., Ivković M., Beuković D., Bjedov S. (2011). Efekat egzogenih enzima u ishrani brojlera na svarljivost i metaboličnost u smešama sa različitim nivoom metaboličke energije. *Biotechnology in Animal Husbandry* 27(3):583-591.
- Mushtaq T., Sarwar M., Ahmad G., Mirza M.A., Ahmad T., Noreen U., Mushtaq M.M.H., Kamran Z. (2009). Influence of sunflower meal based diets supplemented with exogenous enzyme and digestible lysine on performance, digestibility and carcass response of broiler chickens. *Anim. Feed Sci. Technol.* 149:275-286.
- Olukosi, O. A., Cowieson A. J., Adeola O. (2007). Age-related influence of a cocktail of xylanase, amylase, and protease or phytase individually and in combination in broilers. *Poult. Sci.* 86:77-86.
- Perić L., Milić D., Bjedov S. (2010). The Effect of Sunflower Meal on Growth Performance of Broiler Chicks. *Proceeding XIIIth European Poultry Conference*
- Perić L., Milošević N., Đukić-Stojčić M., Bjedov S., Rodić V. (2008). Efekat enzima na rezultate tova brojlerskih pilića. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 24(5-6):45-51.

## Enzyme supplementation of a broiler diets containing different level of sunflower meal

- Rama Rao, S. V., M. V. L. N. Raju. A. K. Panda and M. R. Redely. (2006). Sunflower seed meal as a substitute for soybean meal in commercial broiler chicken diets. *Br. Poult. Sci.* 47:592-598.
- Senkoylu N, Dale N. (1999). Sunflower meal in poultry diets: a review. *World's Poultry Science Journal* 55:153-174
- Sredanović S., Lević J., Đuragić O. (2005). Povećanje nutritivne vrednosti suncokretove sačme enzimima. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 21(5-6-2):197-202.
- StatSoft Inc. (2009). Statistica (data analysis software system). Version 8.0
- Tavernari F.C., Albino L.F.T., Morata R.L., Dutra Júnior W.M., Rostagno H.S., Viana M.T.S. (2008). Inclusion of sunflower meal, with or without enzyme supplementation, in broiler diets. *Rev. Bras. Cienc. Avic*, 10(4):233-238.
- Vranjes M.V., Pfirter H.P., Wenk C. (1994). Influence of processing treatment and type of cereal on the effect of dietary enzymes in broiler diets. *Animal Feed Science and Technology*, 46:261-270.

**sa2012\_0709**

# Odlike vanjštine tovarnih konja mediteranske Hrvatske

Ante IVANKOVIĆ<sup>1</sup>, Jelena RAMLJAK<sup>1</sup>, Šandor HORVAT<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska  
(e-mail: aivankovic@agr.hr)

<sup>2</sup>Ferdinanda Budickog 14, Zagreb, Hrvatska

## Sažetak

Tovarni konji nastanjuju mediteransko područje Hrvatske od davnina, no selektivnom inventarizacijom genetskih resursa još uvijek nisu obuhvaćeni. Cilj istraživanja bilo je evidentirati jedinke u tipu, te inicijalno karakterizirati populaciju. Pronađeno je i istraživanjem obuhvaćeno više jedinki u tipu tovarnog konja mediteranske Hrvatske. Utvrđena visina grebena od 127 cm, obujam prsa od 152 cm i obujam cjevanice od 16,6 cm ukazuju da populacija obzirom na veličinu tijela pripada skupini manjih konja. Utvrđene vrijednosti ukazuju na relativnu homogenost populacije. Slijedom istraživanja nužno je provesti genetsku karakterizaciju populacije, te ukoliko se utvrdi potreba kao takvu zaštititi.

Ključne riječi: tovarni konj, populacija, Mediteran, Hrvatska, vanjština

## Exterior characteristics of the pack horse in Mediterranean Croatia

### Abstract

Pack horses inhabit the Mediterranean Croatian area since ancient times, but a selective inventarization of genetic resources still did not involved them. The aim of research was to determinate individuals in type, and initially to characterize the population. For that purpose, survey included several individuals of pack hose of Mediterranean Croatia which were in type. Determined withers height of 127 cm, chest circumference of 152 cm, and cannon circumference of 16.6 cm indicate that population for given sizes of the body belongs to a group of smaller horses. Defined values indicate relatively homogeneity of the population. Subsequently, it is important to carry out a genetic characterization of the population, and if necessary, to protect it.

Key words: pack horse, population, Mediterranean, Croatia, exterior

### Uvod

Očuvanje animalnih genetskih resursa na globalnoj i nacionalnoj razini zadnjih se desetljeća nametnulo kao jedan od prioriteta u farmerskoj proizvodnji. Razlozi očuvanja su brojni, no osobito vrijednom čini se potencijalna korisnost određenih gena koji u skoroj budućnosti mogu imati značajnu spregu s održivom proizvodnjom hrane i prilagodbom pasmina na moguće izazove promjene klimatskog, gospodarskog, socijalnog i drugog okruženja. Republika Hrvatska nakon osamostaljenja preuzela je obavezu skrbi za svoje genetsko naslijeđe, što je potvrdila odlukom iz 1996. potpisivanjem Konvencije o biološkoj raznolikosti (CBD, *Convention on Biological Diversity*). Temeljem pokazatelja selektivne inventarizacije tijekom proteklog razdoblja na "Popis izvornih i zaštićenih pasmina i sojeva domaćih životinja te njihov potrebit

broj" uvršteno je 26 pasmina domaćih životinja u Republici Hrvatskoj. Prema Pravilniku o postupku priznavanja novih pasmina, sojeva i hibrida otvorena je mogućnost uključivanja i drugih pasmina koje eventualno nisu obuhvaćene dosadašnjim postupcima inventarizacije. Dosadašnje direktne potpore očuvanju izvornih pasmina domaćih životinja rezultirale su pozitivnim populacijskim trendovima za većinu programom obuhvaćenih pasmina. Međutim, budući da je tijekom proteklog razdoblja u Hrvatskoj provedena selektivna inventarizacija (Caput i sur., 2010), izgledno je egzistiranje još nekih pasmina na koje ukazuju povijesna vrela, a koje još uvijek nisu dovoljno istražene, odnosno karakterizirane.

Obzirom na aktualnu distribuciju izvornih i zaštićenih pasmina konja u Republici Hrvatskoj, zamjetno je da na području mediteranske Hrvatske nije evidentirana zasebna pasmina konja. Opravdane su pretpostavke da su od davnina na području mediteranske Hrvatske obitavali radni konji, koji su radi krševita terena, česte oskudice hrane i vode bili osobite građe, manjeg okvira, izdržljivi i snažni, pogodni za prijenos tereta ("tovara"). Neki povijesni izvori ukazuju na odlike tih konja. U Izvješću o radu Zemaljske gospodarstvene uprave Kraljevine Hrvatske i Slavonije za razdoblje 1896.-1907. autor u poglavlju o konjogojstvu navodi da u Hrvatskoj i Slavoniji uz engleskog polukrvnog i noričkog tipa konja postoji i "arapsko-tatarski" tip konja koji se prostire i na području Kraša, u kojem su radi skromnih uvjeta držanja poprimali zakržljalo obličje (Izvješće, 1907). Osobit navod Izvješća (1907) citiramo u cijelosti: "U krajevima, gdje su obstoje priliki bile manje u prilog konjogojstvu, nisu se razvili konji tako lijepe vanjštine, kao što je posavački. Vidjamo tu konje težkom, mesnatom glavom, kratkim vratom, dugih ledja, velika trbuha, strmog stražnjeg djela: kosti noguh su obično tanke, ali ih se hvataju vrlo suhe žilave mišice i vezovi, kopita su čvrsta, nu prečesto radi zanemarenog držanja plosnata. Visina tih konja vrlo je različita; imade ih od 110 cm., dakle od visine većega Ponya do 140 cm. visokih. U najkržljivijem okolišu još su uvijek ti konji vrlo žilavi i uztrajni. U Krašu, gdje na strmim putevima, kroz gotovo neprohodno kamenje i gorje nose toware od 200-400 kgr., moramo se diviti uztrajnosti i sigurnosti, kojom po buri i nevremenu sigurnim korakom mali, neugledni konjić nosi gospodara svoga ili njegovu imovinu. U tim prilikama nemade strane pasmine, koja bi domaćeg konja mogla dostići, a kamoli ga nadkriliti. Ovaj konj kraški razlikuje se donekle od konja „brdskog“ u srednjem i iztočnom dielu zemlje; potonji je nešto veći, više sdepnast, narod mu veli „bušak“. Babić (1939) navodi da su konji bili značajni za prijevoz grožđa, maslina i žita u primorskim selima na kopnu i otocima koja su raspolagala s više obradive zemlje. U benkovačkom, šibenskom i biogradskom srezu prema godišnjoj statistici 1937. godine populaciju konja činilo je 7.641 grlo, uz 994 mule i mazge te 13.220 magaraca (Babić, 1939). Obzirom na mediteransku klimu, krševit teren, relativno skromnu količinu dostupne hrane i vode, konji koji su korišteni kao tovarni bili su manjeg okvira, skromnih uzdržnih potreba, prilagođeni terenu, klimi i radu koji su redovito obavljali. Opravdano je za pretpostaviti da je tovarni konj u mediteranskom dijelu Hrvatske bio vrlo sličan krčkom poniju koji je prije svojeg nestanka dobro dokumentiran (Ogrizek, 1922), te podveleškom tipu bosansko-hercegovačkog konja kojeg se ranije zaticalo na krševitim terenima i oskudnim pašnjacima Podveležja (Ogrizek i Hrasnica, 1952). Obilaskom terena uočeno je da u području mediteranske Hrvatske obitavaju konji koji svojom vanjštinom odgovaraju opisu nekadašnjih tovarnih konja koji su obitavali na ovim područjima. Dio preostalih jedinki sakupljen je u nekoliko manjih stada, a njihovo potomstvo ukazuje da svoje odlike vanjštine uravnoteženo prenose na potomstvo. Opravdana je potreba temeljne karakterizacije populacije kako bi utvrdili određene standarde mjera i varijabilnost odlika. Stoga je cilj ovoga istraživanja utvrditi osnovne odlike vanjštine populacije tovarnih konja mediteranske Hrvatske kao prvi korak u sustavnoj karakterizaciji populacije.

### Materijal i metode

Istraživanje je provedeno na području Dubrovačko-neretvanske županije tijekom 2010. godine. Istraživanjem je obuhvaćeno 18 konja (2 pastuha, 16 kobila) starijih od četiri godine za koje smo temeljem literaturnih navoda i procijene konformacijske građe utvrdili da pripadaju tipu tovarnih konja koji su ranije korišteni na području mediteranske Hrvatske. Lydtinovim štapom mjerena je visina grebena, visina križa, dužina trupa, širina prsa, dubina prsa, širina sapi, dužina sapi, a mjernom vrpcom opseg prsa i opseg cjevanice. Iz navedenih tjelesnih izmjera izračunali smo tjelesne indekse radi potpunije procijene konformacijskih odlika populacije (indeks dubine trupa, indeks formata trupa, indeks prsnog koša, indeks trupa, indeks kompaktnosti, Baron-Ceverat indeks, radni indeks<sup>1</sup> i radni indeks<sup>2</sup>). Statistička obrada rezultata učinjena je uz pomoć programskog Excel paketa.

**Rezultati i rasprava**

Obzirom na izraženost tjelesnih izmjera populacije tovarnih konja možemo ih svrstati u skupinu konja manjeg tjelesnog okvira. Rezultati tjelesnih izmjera istraživanjem obuhvaćene populacije tovarnih konja mediteranske Hrvatske prikazani su u tablici 1.

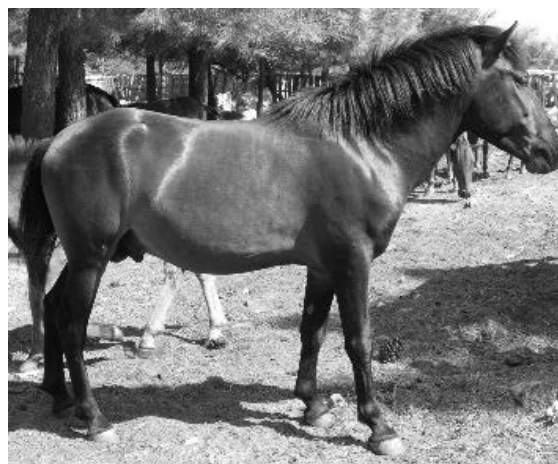
Tablica 1.  
Srednje vrijednosti tjelesnih mjera tovarnih konja mediteranske Hrvatske (u cm)

Tjelesna mjera	$\bar{x}$	sd	Min.	Maks.
Visina grebena	127,2	3,29	122,0	133,0
Visina križa	127,9	3,60	123,0	134,0
Dužina trupa	135,0	3,94	127,0	141,0
Širina prsa	31,8	1,46	29,5	33,5
Dubina prsa	58,8	1,67	56,0	61,5
Širina sapi	45,5	2,27	42,0	49,5
Dužina sapi	45,8	2,20	43,0	50,0
Obujam prsa (vrpca)	151,7	3,02	147,0	156,0
Obujam cjevanice (vrpca)	16,65	0,82	15,5	18,0

Držimo opravdanim za pretpostaviti da je istražena populacija tovarnih konja mediteranske Hrvatske u značajnoj mjeri vanjštinom bliska pasminama koje su nastanjivale geografski, pedološki i klimatski bliska područja, krčkom poniju i bosansko brdskom konju (podveleški tip). Obzirom na jedinu ranije opisanu pasminu konja hrvatskog priobalja, krčki poni bio je manjeg tjelesnog okvira u odnosu na naša zapažanja o današnjoj populaciji tovarnog konja. Ogrizek (1922) navodi da je visina grebena krčkog ponija bila od 114 do 130 cm, kao i da su zabilježene jedinke u grebenu niže od 100 cm. Grković (1933) navodi da su kobile podveleškog tipa bosanskog brdskog konja u grebenu bile visoke 130,3 cm, no istodobno su imale skroman obujam cjevanice (15,2 cm). Bartolović (1955) navodi da se visina grebena bosanskog brdskog konja kretala od 127,1 do 131,5 cm, dok Telalbašić i sur. (2010) navode da je visina grebena 129,46 do 130,74 cm. Zapažena dužina trupa tovarnog konja (135,00 cm) odgovara dužini trupa koju u populaciji bosanskog brdskog konja zapažaju Bartolović (1955; 125,84 do 136,91 cm) i Telalbašić i sur. (2010; 131,46 do 134,70 cm). Istražena populacija tovarnog konja ima naglašeniji pravokutni format tijela, dočim bosanski brdski konj ima kvadratičan format trupa koji je svojstven arapskom konju. Osobito značajan pokazatelj nježnosti građe koštane osnove je obujam cjevanice (16,65 cm) koji ukazuje na finoću koštane osnove, što je zasigurno odraz određene introdukcije krvi arapskog konja s uzgojnog područja susjedne Bosne i Hercegovine. Prema Bartoloviću (1955) bosansko-brdski konj također ima izraženu profinjenost koštane osnove čemu u prilog govori uočeni obujam cjevanice (15,95 do 17,30 cm), što u svom zapažanju potvrđuju Telalbašić i sur. (2010; 16,4 cm).



Fotografija 1. Pastuh tovarnog tipa



Fotografija 2. Kobilica tovarnog tipa

Indeks dubine trupa (46,23) ukazuje na fenotipsku bliskost tovarnog konja toplokrvnoj skupini konja. Brinzej (1980) navodi da za toplokrvne konje indeks dubine trupa uglavnom ne prelazi vrijednost 48,5, dočim hladnokrvne pasmine konja imaju indeks dubine trupa veći od 50,0. Zanimljiv je pomak vrijednosti indeksa dubine trupa hrvatskog posavca od vrijednosti svojstvene toplokrvnim konjima ka vrijednosti koje ima hladnokrvna pasminska skupina konja. Indeks formata trupa (106,13) ukazuje na prijelazni tip formata od kvadratičnog ka pravokutnom, što odražava utjecaj arapskog konja na ovu populaciju, ne isključujući utjecaje i drugih pasmina. Bosanski brdski konj također ima sličan format trupa, dočim je hrvatski posavac uslijed značajnije introdukcije hladnokrvnih pasmina u proteklih pola stoljeća značajno povećao indeks formata trupa. U tablici 2. prikazane su vrijednosti značajnijih tjelesnih indeksa nekih pasmina konja.

Tablica 2.  
Usporedni prikazi indeksa trupova tovarnih konja mediteranske Hrvatske i nekih drugih pasmina konja

	Aktualno istraživanje	Hrvatski posavac		Bos. brdski konj		Lipicanac (E)
		(A)	(B)	(C)	(D)	
Indeks dubine trupa	46,23	46,26	49,94	46,10	44,05	47,68
Indeks formata trupa	106,13	102,60	119,90	105,02	103,03	103,47
Indeks prsnog koša	54,08	54,53	69,78	55,01	56,92	57,22
Indeks trupa	88,99	87,48	89,42	86,32	89,19	83,19
Indeks kompaktnosti	112,37	114,31	111,84	115,84	112,12	120,21
Baron Ceverat indeks	1,81	1,87	2,56	1,92	1,74	2,40
Radni indeks <sup>1</sup>	100,76	104,10	140,97	106,77	98,12	136,14
Radni indeks <sup>2</sup>	170,93	176,59	239,15	181,13	166,45	230,95

(A) Romić, 1965; (B) Paprika i sur., 2003; (C) Bartolović (1955); (D) Telalbašić i sur., 2010; (E) Zechner i sur., 2001., Đakovo  
<sup>1</sup> Radni indeks – opterećenje konja (u kg) u kasu i galopu; <sup>2</sup> Radni indeks – opterećenje konja (u kg) u hodu

Vrijednost indeksa trupa (88,99) ukazuje da tovarni konj mediteranske Hrvatske ima povoljan odnos dužine trupa i obujma prsnog koša, odnosno da ima relativno povoljnu prostranost prsnog koša. Slične vrijednosti uočavamo u populacijama hrvatskog posavca i bosansko-brdskog konja. Obzirom na vrijednost Baron-Ceveratovog indeksa za koji držimo da vrijednosti niže od 2,10 odlikuju lakše konje, tovarnog konja mediteranske Hrvatske možemo svrstati u skupinu lakših konja. Radni indeksi<sup>1,2</sup> ukazuju da je preporučeno opterećenje tovarnog konja mediteranske Hrvatske u kasu (100,7 kg) a u hodu (170,9 kg). U odnosu na ostale pasmine konja koje smo naveli, uviđamo da su u povoljnijem odnosu vrijednosti radnih indeksa naspram bosansko-brdskog konja, no nižih vrijednosti u odnosu na aktualnu populaciju hrvatskog posavca ili lipicanca, što je obzirom na njihov okvir očekivano. U Izvješću o radu Zemaljske gospodarstvene uprave Kraljevine Hrvatske i Slavonije za razdoblje 1896.-1907. autor navodi da su domaći konji prenosili "tovare" od 200 do 400 kg, što ukazuje na njihovu izdržljivost i ustrajnost u radu i naporima koji su značajno premašivali preporučena opterećenja takvih konja.

Od ostalih odlika vanjštine za tovarnog konja mediteranske Hrvatske možemo kazati da je glava umjerene veličine, suha, ravnog do blago konveksnog profila. Uši su kratke, oči izražajne i živahne. Vrat je umjereno dug, kod kobilica nešto tanji, dok je kod pastuha izraženije mišićje vrata. Spoj vrata s trupom ima blagi prijelaz. Trup je umjereno pravokutnog oblika. Greben je umjerene dužine i izraženosti. Leđa su nešto duža, blago ulegnuta. Nadgrađenost sapsnog dijela naspram grebena nije izražena. Sapi su skromno obrasle mišićjem, blago ukošene, krovaste, umjerene dužine i širine. Prsa su umjerene dubine i širine. Trbuh je pravilno razvijen. Noge čini profinjenija koštana osnova obrasla skromnim no snažnim mišićjem i tetivama. Položaj nogu je pravilan, a zglobovi su suhi i izražajni. Kopito je male veličine, tvrdo i dobro građeno, pogodno za kretanje po kršovitom terenu. Hod je ispravan, energičan, impulzivan, elastičan i umjereno izdašan. Obzirom na boju dlačnog pokrivača tovarni konji mediteranske Hrvatske su jednobojni, uglavnom dorati (svijetli do tamni) premda se rjeđe javljaju i druge boje. Koža je tamno pigmentirana. Griva je tamna, izražajna te postrano pada na vrat. Mirnog je temperamenta, ustrajan u radu, prilagodljiv na okruženje i poslove. Interijer čini ovog konja pogodnim za uporabu u radu, rekreaciji i drugim aktivnostima ruralnih sredina.

## Zaključci

Provedeno istraživanje ukazuje na osobitost populacije tovarnih konja mediteranske Hrvatske. Tjelesne izmjere kao i opis vanjštine mogu poslužiti kao smjerokaz u daljnjem traženju i eventualnom konsolidiranju populacije. Premda istražena populacija pokazuje određenu sličnost s bosanskim brdskim konjem, držimo vjerodostojnom raniju konstataciju da se kraški tovarni konj razlikuje od brdskog konja. Rezultati su poticaj daljnjoj karakterizaciji na genetskoj razini, u cilju potpunijeg upoznavanja ove populacije. Nužno je spomenuti da je ovoj populaciji neposredno ugrožen njen biološki opstanak, te ukoliko se ukaže da je populacija vrijedna genetska baština, treba hitno poduzeti mjere zaštite.

## References

- Babić, E. (1939). Prilog poznavanju domaćih primorskih magaraca. Disertacija, Poljoprivredno-šumarski fakultet, Zagreb.
- Bartolović, T. (1955). Ergela bosansko brdskog konja u Borikama. *Stočarstvo*, 265-273.
- Brinzej, M. (1980). *Konjogojstvo*. Školska knjiga, Zagreb.
- Caput, P., Ivanković, A., Mioč, B. (2010). Očuvanje biološke baštine u stočarstvu. Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb.
- Gojtdba domaće živine i veterinarstvo (1907). Izvješće o radu Zemaljske gospodarstvene uprave, Kraljevina Hrvatske i Slavonije god. 1896.-1905. sa dodatkom za godine 1906. i 1907. Svezak III, str. 67-69.
- Grković, M. (1933). Bosanski konj. *Veterinarski arhiv*, sv 3.
- Ogrizek (1922). Studie über die Abstammung des Insel-Veglia- (Krk-)Ponys. *Arbeiten der Lehrkanzel für Tierzucht an der Hochschule für Bodenkultur in Wien*, str. 73-100.
- Ogrizek, A., Hrasnica, F. (1952). *Specijalno stočarstvo – uzgoj konja*. Poljoprivredni nakladni zavod, Zagreb.
- Paprika, S., Ivanković, A. (2005). Eksterijerne odlike posavskog konja s područja Odranskog i Lonjskog polja. *Stočarstvo* 59:91-119.
- Romić, S. (1965). Posavski konj. *Poljoprivredna znanstvena smotra* 20:1-17.
- Telalbašić, R., Rahmanović, A., Žiga, E. (2010). Bosanski brdski konj, krvne linije pastuha i rodovi kobilica bosanske pasmine na ergeli Borike, Bosna i Hercegovina – I dio. *Radovi Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta Univerziteta u Sarajevu* 61:249-265.
- Zechner, P., Zohman, F., Sölkner, J., Bodo, I., Habe, F., Marti, E., Brem, G. (2011). Morphological description of the Lipizzan horse population. *Livestock Production Science* 69:163-177.

sa2012\_0710



# Boja, pH i kemijski sastav *m. longissimus dorsi* janjadi ličke pramenke

Ana KAIĆ<sup>1</sup>, Boro MIOČ<sup>1</sup>, Ante KASAP<sup>1</sup>, Vesna PAVIĆ<sup>1</sup>, Zdravko BARAĆ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska  
(e-mail: akaic@agr.hr)

<sup>2</sup>Hrvatska poljoprivredna agencija, Ilica 101, 10000 Zagreb, Hrvatska

## Sažetak

Cilj istraživanja bio je utvrditi utjecaj spola i tjelesne mase janjadi pri klanju ( $\leq 28$  kg:  $>28$  kg) na boju, pH i kemijski sastav *m. longissimus dorsi* janjadi ličke pramenke (ukupno 30 janjadi: 15 ženske i 15 muške). Spol i tjelesna masa janjadi neposredno prije klanja nisu značajno utjecali na boju *m. longissimus dorsi*. Konačna pH vrijednost, mjerena 24 sata post mortem ( $\text{pH}_{24}$ ), značajno se razlikovala između muške i ženske janjadi ( $P < 0,01$ ). U odnosu na žensku ( $\text{pH}_{24}=5,51$ ), muška janjad je imala nešto veću konačnu pH vrijednost ( $\text{pH}_{24}=5,57$ ). Statistički značajne razlike u kemijskom sastavu *m. longissimus dorsi* između muške i ženske janjadi te janjadi različite tjelesne mase pri klanju u ovom istraživanju nisu utvrđene.

Ključne riječi: boja, pH, kemijski sastav, janjad, lička pramenka

## Colour, pH and chemical composition of *m. longissimus dorsi* of Lička pramenka lambs

### Abstract

The aim of this research was to determine the effect of gender and weight at slaughter ( $\leq 28$  kg:  $>28$  kg) on colour, pH and chemical composition of *m. longissimus dorsi* of Lička pramenka lambs (altogether 30 lambs: 15 female and 15 male). Gender and weight at slaughter did not have significant effect on colour of *m. longissimus dorsi*. The ultimate pH value, measured 24 hours *post mortem* ( $\text{pH}_{24}$ ) significantly differed between male and female lambs ( $P < 0.01$ ). Compared to female ( $\text{pH}_{24}=5.51$ ), male lambs had slightly higher ultimate pH value ( $\text{pH}_{24}=5.57$ ). Differences in chemical composition of *m. longissimus dorsi* between male and female lambs and lambs of different weight at slaughter were not determined in this research.

Key words: colour, pH, chemical composition, lambs, Lička pramenka

### Uvod

Oko 80% ukupne populacije ovaca u Republici Hrvatskoj čine izvorne pasmine kojima pripada i lička pramenka. Iako se ubraja u skupinu pasmina kombiniranih proizvodnih svojstava lička pramenka se uzgaja prvenstveno radi proizvodnje mesa (janjetine). Jedan od najvažnijih čimbenika u odabiru i kupnji određene vrste mesa je njegova kakvoća (Fisher i sur., 2000). Kakvoća janječeg mesa određena je pH vrijednošću, bojom, sposobnošću vezanja vode, sadržajem intramuskularne masnoće, sastavom masnih kiselina i drugim čimbenicima (Beraiin i sur., 2001). Zbog uske povezanosti s bojom, okusom i kapacitetom vezanja vode pH vrijednost janječeg mesa jedan je od glavnih čimbenika njegove kakvoće. Boja mesa i masnog tkiva glavni su čimbenici vizualne procjene kvalitete trupa i mesa. Uz pasminu, tjelesna masa janjadi pri klanju jedan je od glavnih čimbenika izravno povezan s promjenama boje mesa, budući da su oksidativna aktivnost i

koncentracija mioglobina u pozitivnoj korelaciji s dobi životinje, zbog čega je i meso starijih grla intenzivnije crvene boje. Zahtjevi hrvatskih potrošača uglavnom su usmjereni k janjetini s raznja tako da je uzgojni cilj, uz brojne druge čimbenike koji ga određuju, podređen proizvodnji janjadi određene tjelesne mase. Tako se na planinskim područjima Like i Gorskog kotara, gdje dominira uzgoj ovaca pasmine lička pramenka, najpoželjnijom za klanje smatra janjad tjelesne mase od 25 do 30 kg, odnosno mase trupa između 12 i 16 kg. Tjelesna masa, dob, spol, genotip, anatomske položaj mišića, razina i vrsta obroka najvažniji su čimbenici koji utječu na kemijski sastav janječeg mesa. Unatoč brojnim istraživanjima u svijetu rezultati dosadašnjih analiza osnovnog kemijskog sastava janječeg mesa vrlo su heterogeni. Znanstvene spoznaje o kakvoći mesa hrvatskih izvornih pasmina ovaca vrlo su oskudne pa je stoga cilj ovog istraživanja bio utvrditi utjecaj spola i tjelesne mase janjadi pri klanju na kemijski sastav, pH i boju mesa janjadi ličke pramenke.

### Materijal i metode

Istraživanjem je bilo obuhvaćeno ukupno 30 janjadi ličke pramenke (15 ženske i 15 muške). Sva pokusna janjad je u razdoblju od janjenja do klanja bila u istim uzgojnim uvjetima koji odgovaraju tehnologiji uzgojnog područja. Naime, janjad je u prva tri tjedna hranjena isključivo mlijekom (sisanjem) nakon čega je uz mlijeko konzumirala pašu i sijeno te boravila zajedno s ovcama na pašnjaku i u staji. Pri prosječnoj dobi od 150 dana janjad je metodom slučajnog odabira izdvojena iz stada, izvagana i otpremljena na klanje koje je obavljeno u adekvatno opremljenoj klaonici prema važećim standardnim postupcima obrade (Fisher i de Boer, 1994). Boja mesa izmjerena je na presjeku najdužeg leđnog mišića (*m. longissimus dorsi*) uređajem Minolta Chroma Meter CR-410 prema referentnoj metodi mjerenja boje mesa koja koristi  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  (Commission Internationale de l'Éclairage, 1976.) spektar boja (Honikel, 1998). Vrijednosti pH izmjerene su 45 minuta ( $pH_{45}$ ) i 24 sata *post mortem* ( $pH_{24}$ ) neposredno iza zadnjeg rebra na mišićnoj regiji *m. longissimus dorsi* pomoću prijenosnog pH-metra IQ 150 (IQ Scientific Instruments, USA) opremljenog ubodnom elektrodom (Schott BlueLine 21pH). Pojedinačni uzorci *m. longissimus dorsi* uzeti su s lijevih janječih polovica. Uzorci su označeni, stavljeni u plastične vrećice i zamrznuti na temperaturi od  $-20^{\circ}\text{C}$  do provedbe analiza. Kemijske analize uzoraka mišića obavljene su na Zavodu za kemiju i biokemiju, Fakultetu animalnih znanosti Sveučilišta u Kapošvaru, prema AOAC (1999) standardnim postupcima određivanja sadržaja vlage, bjelančevina, masti i pepela. Statistička obrada podataka provedena je softverskim paketom SAS (SAS Institute, 2008). Prilikom statističke obrade podataka janjad je podijeljena u dvije težinske kategorije ( $\leq 28$  kg;  $> 28$  kg). Navedene srednje vrijednosti pokazatelja boje (CIE  $L^*a^*b^*$ ), pH vrijednosti i kemijskog sastava analizirane su procedurom MEANS dok su utjecaj spola i tjelesne mase janjadi pri klanju na istraživana svojstva analizirani GLM procedurom.

### Rezultati i rasprava

Utjecaj spola i tjelesne mase janjadi pri klanju na boju i pH vrijednosti ( $pH_{45}$  i  $pH_{24}$ ) mesa janjadi ličke pramenke prikazan je u tablici 1. Utvrđene razlike u pokazateljima boje mesa (CIE  $L^*a^*b^*$ ) između spolova nisu bile statistički značajne. Sukladno istraživanjima koja su proveli Horcada i sur. (1998), Vergara i sur. (1999) i Žgur i sur. (2003) potvrđuje se da spol janjadi nema značajnog utjecaja na boju mesa. U prilog spomenutom idu i navodi kako spol janjadi uglavnom nema značajnog utjecaja na boju mesa ukoliko su životinje jednako hranjene te ujednačene dobi pri klanju (Rodríguez i sur., 2007; Santos i sur., 2007). Suprotno očekivanjima tjelesna masa janjadi prije klanja u ovom istraživanju nije značajno utjecala na boju mesa. Naime, smatra se da povećanje tjelesne mase pri klanju značajno utječe na smanjenje  $L^*$  vrijednosti (svjetlost) i povećanje  $a^*$  vrijednosti (intenzitet crvene boje) janječeg mesa, čime ono postaje tamnije i crvenije (Santos-Silva i sur., 2002). Tako Teixeira i sur. (2005) za janjad tjelesne mase od 24 kg navode  $L^*$  vrijednost od 39,0,  $a^*$  vrijednost od 17,0 te  $b^*$  vrijednost 8,8. Za mušku i žensku janjad tjelesne mase od 27 kg Vergara i sur. (1999) navode  $L^*$  vrijednost od 46,97 i 48,4,  $a^*$  vrijednost od 23,48 i 22,59 te  $b^*$  vrijednost od 8,71 i 9,00. Prosječne vrijednosti analiziranih pokazatelja boje *m. longissimus dorsi* janjadi ličke pramenke u ovom istraživanju su iznosile za  $L^*$  vrijednost 38,88,  $a^*$  vrijednost 18,69 i  $b^*$  vrijednost 3,73. Prosječna pH vrijednost mjerena 45 minuta nakon klanja bila je 6,31, a prosječna pH vrijednost mjerena 24 sata *post mortem* 5,53 što se nalazi u rasponu vrijednosti koje odgovaraju odlikama normalnih post mortalnih glikolitičkih promjena. Iako spol nije značajno utjecao na pH vrijednost mjerenu 45 minuta nakon klanja ( $pH_{45}$ ), konačna pH vrijednost, mjerena 24 sata *post mortem* ( $pH_{24}$ ), značajno se razlikovala između trupova muške i ženske janjadi ( $P < 0,01$ ). U odnosu na ženske ( $pH_{24}=5,51$ ), trupovi muške janjadi imali su veću

konačnu pH vrijednost ( $pH_{24}=5,57$ ). Navedeno je u suprotnosti s podacima Dransfielda i sur. (1990), Vergare i sur. (1999) i Žgura i sur. (2003) koji nisu utvrdili značajan utjecaj spola na konačnu pH vrijednost janječeg mesa. Tjelesna masa janjadi prije klanja nije imala utjecaja na mjerene pH vrijednosti ( $pH_{45}$  i  $pH_{24}$ ) što je sukladno podacima Solomona i sur. (1980) koji smatraju da povećanje tjelesne mase janjadi pri klanju ne utječe na konačnu pH vrijednost mesa.

Tablica 1. Utjecaj spola i tjelesne mase prije klanja na boju i pH vrijednost janjadi ličke pramenke izmjerene na *m. longissimus dorsi* mišićnoj regiji (LSMEANS  $\pm$  SE)

Pokazatelj	Spol		P	Masa prije klanja		P
	M (n=15)	Ž (n=15)		$\leq 28$ kg	$> 28$ kg	
CIE L*	38,56 $\pm$ 0,75	40,11 $\pm$ 0,72	NZ	38,48 $\pm$ 0,54	40,19 $\pm$ 0,98	NZ
a*	19,11 $\pm$ 0,52	18,41 $\pm$ 0,50	NZ	18,63 $\pm$ 0,37	18,89 $\pm$ 0,68	NZ
b*	3,76 $\pm$ 0,20	3,87 $\pm$ 0,20	NZ	3,66 $\pm$ 0,15	3,97 $\pm$ 0,27	NZ
pH <sub>45</sub>	6,27 $\pm$ 0,07	6,39 $\pm$ 0,07	NZ	6,30 $\pm$ 0,05	6,37 $\pm$ 0,09	NZ
pH <sub>24</sub>	5,57 $\pm$ 0,01	5,51 $\pm$ 0,01	**	5,53 $\pm$ 0,01	5,55 $\pm$ 0,02	NZ

P: razina značajnosti; NZ: nije značajno; \*\*  $P < 0,01$ .

Tablica 2. Utjecaj spola i tjelesne mase prije klanja na kemijski sastav *m. longissimus dorsi* janjadi ličke pramenke (LSMEANS  $\pm$  SE)

Pokazatelj	Spol		P	Masa prije klanja		P
	M (n=15)	Ž (n=15)		$\leq 28$ kg	$> 28$ kg	
Voda, %	75,37 $\pm$ 0,92	74,30 $\pm$ 0,55	NZ	74,04 $\pm$ 0,6	75,63 $\pm$ 0,85	NZ
Bjelančevine, %	19,97 $\pm$ 0,81	19,56 $\pm$ 0,48	NZ	20,42 $\pm$ 0,52	19,12 $\pm$ 0,75	NZ
Mast, %	3,65 $\pm$ 0,69	4,75 $\pm$ 0,41	NZ	4,14 $\pm$ 0,45	4,27 $\pm$ 0,64	NZ
Pepeo, %	1,10 $\pm$ 0,03	1,07 $\pm$ 0,02	NZ	1,08 $\pm$ 0,02	1,08 $\pm$ 0,03	NZ

P: razina značajnosti; NZ: nije značajno.

Utjecaj spola i tjelesne mase janjadi prije klanja na kemijski sastav *m. longissimus dorsi* janjadi ličke pramenke prikazan je u tablici 2. *M. longissimus dorsi* janjadi ličke pramenke sadrži prosječno 74,31% vode, 19,89% bjelančevina, 4,44% masti i 1,08% pepela. Navedeni udjeli se, osim u sadržaju masti, znatno ne razlikuju od onih utvrđenih u janjadi rumunjske pramenke prosječne tjelesne mase pri klanju od 28 kg (Vnućec i sur., 2006). Manji udio masti (1,33%) janjadi rumunjske pramenke u istraživanju Vnućeca i sur. (2006) može se pripisati drugačijem načinu hranidbe. Spol nije značajno utjecao na kemijski sastav *m. longissimus dorsi* janjadi ličke pramenke (Tablica 2.). Suprotno navedenom Miguel i sur. (2003) navode da kod ujednačene dobi i tjelesne mase pri klanju meso ženske janjadi sadrži znatno više masti i manje vode od mesa muške janjadi. Tjelesna masa pri klanju u ovom istraživanju nije imala značajan utjecaj na sadržaj vode, bjelančevina, masti i pepela. Beriain i sur. (2000) i Santos i sur. (2007) navode da dob i tjelesna masa pri klanju nemaju značajnog utjecaja na sadržaj vode, bjelančevina i pepela u mesu janjadi, ali da se povećanjem tjelesne mase janjadi povećava i sadržaj masti u mesu. U ovom istraživanju, provedenom na janjadi ličke pramenke, veća tjelesna masa pri klanju nije značajnije utjecala na sadržaj masti. Razlog tome može se pripisati nešto manjim razlikama u tjelesnoj masi između navedenih dviju skupina janjadi. Naime, prosječna tjelesna masa muške janjadi je iznosila 26,8 kg, a ženske janjadi 28,7 kg.

### Zaključci

Boja, pH i kemijski sastav mesa janjadi ličke pramenke dosad su još uvijek nedovoljno istražena svojstva. Provedenim istraživanjem nastoji se ukazati na specifičnost dobivenih podataka u odnosu na podatke poznatijih svjetskih pasmina sličnih (kombiniranih) proizvodnih svojstava. Suprotno rezultatima brojnih istraživanja na pasminama kombiniranih proizvodnih svojstava tjelesna masa janjadi prije klanja u ovom istraživanju nije značajno utjecala na boju *m. longissimus dorsi*. Muška janjad je, u odnosu na žensku, imala nešto veću konačnu pH vrijednost mesa ( $P < 0,01$ ). Navodi brojnih autora koji ističu postojanje razlika u kemijskom sastavu mesa janjadi različitog spola (ujednačene tjelesne mase i dobi) ovim istraživanjem nisu potvrđeni.

## Literatura

- AOAC (1999). Official methods of analysis of the AOAC International. In *Meat and Meat Products*, Cunniff P. (ed.), vol. II 16<sup>th</sup> ed., pp. 1-15 (Chapter 39). Gaithersburg, MD.
- Beriain M.J., Horcada A., Purroy A., Lizaso G., Chasco J., Mendizabal J.A. (2000). Characteristics of Lacha and Rasa Aragonesa lambs slaughtered at three live weights. *Journal of Animal Science*, 78: 3070-3077.
- Beriain M.J., Bas P., Purroy A., Treacher T. (2001). Effect of animal and nutritional factors and nutrition on lamb meat quality. Dostupno na: <http://ressources.ciheam.org/om/pdf/c52/00600313.pdf>
- Dransfield E., Nute G. R., Hogg B. W. & Walters B. R. (1990). Carcass and eating quality of ram, castrated ram and ewe lambs. *Animal Production* 50:291-299.
- Fischer A.V., de Boer H. (1994). The EAAP standard method of sheep carcass assessment. Carcass measurements and dissection procedures, Report of the EAAP Working Group on Carcass Evaluation, in cooperation with the CIHEAM Instituto Agronomico Mediterraneo of Zaragoza and the CEC Directorate General for Agriculture Brussels. *Livestock Production Science* 38:149-159.
- Fisher A.V., Enser M., Richardson R.I., Wood J.D., Nute G.R., Kurt E., Sinclair L.A., Wilkinson R.G. (2000). Fatty acid composition and eating quality of lamb types derived from four diverse breed x production systems. *Meat Science* 55:141-147.
- Honikel K.O. (1998). Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science* 49:447-457.
- Horcada A., Beriain M.J., Purroy A., Lizaso G., Chasco J. (1998). Effect of sex on meat quality of Spanish lamb breeds (Lacha and Rasa Aragonesa). *Animal Science* 67:5471-547.
- Miguel E., Huidobro F.R., Diaz M.T., Velasco S., Lauzurica S., Pérez C., Onega E., Blázquez B., Canëque V. (2003). Methods of carcass classification based on subjective assessments of carcass fatness and of carcass conformation: Effect of sex on the prediction of tissue composition in carcasses of suckling lambs. *Animal Science* 77:383-393.
- Rodríguez A.B., Landa R., Bodas R., Prieto N., Mantecón A.R., Giráldez F.J. (2007). Carcass and meat quality of Assaf milk fed lambs: Effect of rearing system and sex. *Meat Science* 80:225-230.
- Santos V.A.C., Silva A.O., Cardoso J.V.F., Silvestre A.J.D., Silva S.R., Martins C. (2007). Genotype and sex effects on carcass and meat quality of suckling kids protected by the PGI 'Cabrito de Barroso'. *Meat Science* 75:725-736.
- Santos-Silva J., Mendes I.A. & Bessa R.J.B. (2002). The effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs. 1. Growth, carcass composition and meat quality. *Livestock Production Science* 76:17-25.
- SAS (2008). SAS Version 9.2. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Solomon M., Kemp J., Moody W., Ely D., Fox J. (1980). Effect of breed and slaughter weight on physical, chemical and organoleptic properties of lamb carcasses. *Journal of Animal Science* 51:1102-1107.
- Teixeira A., Batista S., Delfa R., Cadavez V. (2005). Lamb meat quality of two breeds with protected origin designation. Influence of breed, sex and live weight. *Meat Science* 71:530-536.
- Vergara H., Molina A., Gallego L. (1999). Influence of sex and slaughter weight on carcass and meat quality in light and medium weight lambs produced in intensive systems. *Meat Science* 52:221-226.
- Vnučec I., Mioč B., Pavić V., Sušić V., Kostelić A., Prpić Z. (2006). Komina maslina u tovu janjadi nakon odbića. Objavljeno u *Zborniku sažetaka 41. hrvatskog i 1. međunarodnog znanstvenog simpozija agronoma*, Jovanovac S., Kovačević V. (ed.), 669-670. Opatija, Hrvatska: Poljoprivredni fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.
- Žgur S., Cividini A., Kompan D., Birtič D. (2003). The Effect of Live Weight at Slaughter and Sex on Lambs Carcass Traits and Meat Characteristics. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 68(3):155-159.

sa2012\_0711

# Prirodna mikrobna populacija u Siru iz mišine

Dubravka KAIĆ<sup>1</sup>, Andrea SKELIN<sup>2</sup>, Mirna MRKONJIĆ FUKA<sup>2</sup>, Samir KALIT<sup>2</sup>,  
Milna KALIT TUDOR<sup>2</sup>, Sulejman REDŽEPOVIĆ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hrvatska poljoprivredna komora, Andrije Kačića Miošića 9/III, 10000 Zagreb, Hrvatska  
(e-mail: dubravka.kaic@komora.hr)

<sup>2</sup>Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska

## Sažetak

Cilj ovog rada bio je izolirati i istražiti sastav prirodne populacije bakterija mliječne kiseline (BMK) prisutne u Siru iz mišine. Uzorci mlijeka i sira tijekom zrenja sakupljeni su s dva obiteljsko poljoprivredna gospodarstva na području Šibensko-kninske županije. Brojnost laktokoka, enterokoka i laktobacila određena je na selektivnim podlogama. Svi istraživani izolati testirani su na aktivnost katalaze te im je provjeren rast u 6,5 % NaCl-u. Broj laktokoka iznosio je od 6,02 do 8,10 log cfu/g, broj enterokoka 4,84 do 7,26 log cfu/g, dok se broj laktobacila kretao od 5,65 do 6,91 log cfu/g. Rezultati istraživanja potvrdili su dominaciju laktokoka tijekom zrenja Sira iz mišine.

Ključne riječi: Sir iz mišine, prirodna populacija BMK

## Natural microbiota of Cheese in a sack

### Abstract

The objective of this study was to isolate and to characterize autochthonous lactic acid bacteria (LAB) present in Cheese from sack. Milk and cheese samples were collected from two farms in Dalmatia, Šibenik region. Lactococci, enterococci and lactobacilli were isolated from milk and cheese samples during ripening period on selective media and subjected for physiological testing. The viable counts revealed that lactococci predominate in population of Cheese from sack ranging from 6,02 to 8,10 log CFU/g. The number of enterococci was from 4,84 to 7,26 and lactobacilli from 5,65 to 6,91 log cfu/g. The results suggest for further reliable characterisation of isolates on genetic level.

Key words: Cheese in a sack, autochthonous lactic acid bacteria

### Uvod

Sir iz mišine tradicionalni je hrvatski sir koji se proizvodi tradicionalnim tehnikama sirarstva na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima (OPG) šireg područja Šibenskog zaleđa. Priprema se od sirovog ovčjeg mlijeka bez dodatka komercijalne mljekarske kulture, uz dodak industrijskog sirila. Dodatna specifičnost ovog sira je anaerobno zrenje (2-3 mjeseca) u janjećoj koži (mišini) čime se postižu karakteristična organoleptička svojstva okusa, mirisa, arome i konzistencije (Tudor i sur., 2009). U literaturi je vrlo malo podataka o Siru iz mišine, a prve podatke o tradicionalnoj proizvodnji Sira iz mišine opisao je Filipović (1938). Tudor i sur. (2008), prvi puta iznose podatke o fizikalno-kemijskim svojstvima Sira iz mišine i iznose njegov prosječni sastav po završetku zrenja: 36,3 % masti, 24,92 % bjelančevina, 66,52 % suhe tvari, 52,08 % vode u bezmasnoj tvari; 54,30 % mast u suhoj tvari, 3,8 % soli, pH 5,35 i 1,25 % mliječne kiseline. Priprema Sira iz mišine od toplinski neobrađenog mlijeka uvjetuje potrebu za visokom higijenskom kakvoćom sirovog mlijeka. Istraživanja higijenske kvalitete mlijeka pokazala su da većina uzoraka (69 %) ne zadovoljava propisanu zakonsku regulativu (Kaić i sur., 2008). Obzirom na sve navedene specifičnosti pripreme Sira iz

mišine velike su varijacije u njegovoj kvaliteti. U cilju očuvanja Sira iz mišine i postizanja visoke kvalitete konačnog proizvoda od izuzetne je važnosti istražiti autohtonu mikrobnu zajednicu bakterija mliječne kiseline (BMK) u kojoj najčešće prevladavaju laktokoki, enterokoki i laktobacili. Posljednjih godina provedena su brojna istraživanja na autohtonim zajednicama BMK u sirevima proizvedenim od sirovog mlijeka (Casey i sur., 2006; Florez i Mayo, 2006; Mrkonjic Fuka i sur., 2010; Poznanski i sur., 2004). Njihova raznolikost i dinamika tijekom zrenja uvjetovana je tehnologijom izrade sira i proizvodnim područjem (Skelin, 2010). Ovo istraživanje je potaknuto kako bi se po prvi puta opisale dominantne zajednice BMK odgovorne za specifična svojstva Sira iz mišine u cilju očuvanja njegove specifičnosti i autentičnosti. Ovim istraživanjem izolirani su dominantni rodovi *Lactococcus*, *Enterococcus* i *Lactobacillus* koji su karakterizirani standardnim mikrobiološkim metodama te su temelj za daljnja fenotipska i genotipska istraživanja u cilju zaštite njegovog genetskog rezervoara.

## Materijal i metode

### Opis proizvodnje tradicionalnog Sira iz mišine

Sir iz mišine proizvodi se najviše iz ovčjeg mlijeka, zatim od kozjeg i kravljeg mlijeka ili njihove mješavine, bez dodatka mikrobne mljekarske kulture. Prije dodatka komercijalnog sirila, mlijeko se zagrijava na 32-37 °C. Gruš se reže na kocke 4x4 cm te se uz miješanje dogrijava do 39 °C. Formirana sirna gruda se stavlja u sirarske marame i cijedi postupkom samo-prešanja. Nakon cijedenja, sirna gruda se reže na komade, soli se krupnom morskom soli i slaže u mišinu. Napunjena mišina se zatvara i stavlja na zrenje pri konstantnoj temperaturi (18 °C do 20 °C) i relativnoj vlažnosti zraka od 65 % do 80 % kroz razdoblje od 75 dana (Tudor i sur., 2009).

### Uzorkovanje ovčjeg mlijeka i Sira iz mišine

Uzorkovanje ovčjeg mlijeka i sira provodilo se u periodu od lipnja do kolovoza 2008. godine na područja Knina i okolice, na dva obiteljska poljoprivredna gospodarstva (G1 i G2) koji su proizvođači tradicionalnog Sira iz mišine. Prikupljeni su uzorci sirovog mlijeka (M), uzorci svježeg sira (Sir 0) i uzorci sira 15-ti (Sir 15), 30-ti (Sir 30), 45-ti (Sir 45) i 75-ti (Sir 75) dan zrenja. Svi uzorci su prikupljeni u sterilnim uvjetima i transportirani na 4 °C te pohranjeni na -20 °C do njihove primjene u mikrobiološkim analizama. U ovo istraživanje za određivanje brojnosti mikrobnih skupina uključeni su uzorci sirovog mlijeka, svježeg sira (Sir 0), te sira 45-og i 75-og dana zrenja.

### Izolacija laktokoka, enterokoka i laktobacila

Navedenim slijedom uzorkovanja izvršena je izolacija laktokoka na M17 agaru (Oxoid, Basingstoke, UK), enterokoka na CATC agaru (Merck, Darmstadt, Njemačka) i laktobacila na MRS agaru (Merck, Darmstadt, Njemačka). Brojnost laktokoka, enterokoka i laktobacila određena je u logaritamskim vrijednostima kao cfu/mL mlijeka ili cfu/g sira. 10-15 izolata svake od mikrobnih skupina iz svih analiziranih uzoraka je pročišćeno do monokultura te je pospremljeno na -80 °C za daljnje molekularno- mikrobiološke analize.

### Morfološka i fiziološka karakterizacija

Svi izolati su obojani metodom bojanja po Gramu, te su mikroskopskim pregledom utvrđene morfološke karakteristike rodova *Lactococcus*, *Enterococcus* i *Lactobacillus*. S istraživanim izolatima provedena je fiziološka karakterizacija. Svi izolati podvrgnuti su katalaza testu. Svaka monokultura pomiješana je s 3 % otopinom vodikova peroksida kako bi se analiziralo nastajanje ili izostanak mjehurića. Dodatno je utvrđen rast izolata u 6,5 % otopini NaCl nakon inkubacije na 37 °C tijekom 48 sati.

### Rezultati i rasprava

Na svim izabranim selektivnim podlogama nasumično je odabrano po 10 do 15 kolonija svake od skupina istraživanih mikroorganizama. Ukupno je izolirano 105 laktokoka, 90 enterokoka i 90 laktobacila iz istraživanih uzoraka oba gospodarstva. Tijekom izolacije laktokoka, enterokoka i laktobacila određen je broj naraslih kolonija za svaki analizirani uzorak (Tablica 1).

Tablica 1. Brojnost istraživanih bakterijskih populacija u mlijeku (M), siru nultog dana (Siro) i siru nakon 45 (Sir 45) i 75 dana (Sir75) zrenja prikupljenih s gospodarstava G1 i G2 izražena u log cfu/g sira ili ml mlijeka

OPG	Uzorak	M17, 30°C Laktokoki	CATC, 37° C Enterokoki	MRS,30°C, An <sup>r</sup> Laktobacili	Ukupni broj m.o.
G1	M1	6,80	5,50	5,80	7,80
	SIR1 (o)	8,10	5,56	6,75	
	SIR1 (45)	7,47	4,89	6,91	
	SIR1 (75)	6,02	4,84	5,79	
G2	M2	6,58	5,10	5,65	6,58
	SIR2 (o)	7,02	6,18	6,65	
	SIR2 (45)	7,30	7,26	6,16	
	SIR2 (75)	6,28	6,71	5,77	

\*An=rast u anaerobnim uvjetima

Najveću brojnost u istraživanim uzorcima imala je populacija laktokoka čije vrijednosti su iznosile od 6,02 do 8,10 log CFU/g. Prisutnost laktokoka i njihova dominacija početkom zrenja opisana je u mnogim tradicijskim sirevima (Psoni i sur., 2007; Mannu et al., 2000; Gaya i sur., 1999). Nešto nižu brojnost imale su populacije enterokoka i laktobacila čije vrijednosti su iznosile od 4,84 do 7,26 log CFU/g za enterokoke i od 5,65 do 6,91 log cfu/g za laktobacile. Visoka brojnost enterokoka u Siru iz mišine u skladu je s rezultatima istraživanja drugih tipova tradicionalnih sireva s područja Mediterana (Ogier i Serror, 2008; Psoni i sur., 2006; Sarantinopoulos i sur., 2002), a također je jedna od dominantnih populacija u tradicionalnom Istarskom siru (Mrkonjić Fuka i sur., 2010; Skelin, 2010). Enterokoki mogu producirati bakteriocine koji inhibiraju druge skupine bakterija poput listerija, klostridija i stafilokoka te bi mogli biti interesantni kao protektivni mikroorganizmi (De Vuyst i sur., 2002). Dodatno, enterokoki svojim metabolizmom stvaraju hlapive komponente te utječu na zrenje sira i razvoj okusa i aroma (Morandi i sur., 2006). Broj laktobacila raste tijekom zrenja i održava se u istim vrijednostima do kraja zrenja. Laktobacili zauzimaju značajno mjesto unutar autohtonih BMK, imaju slabu acidifikacijsku aktivnost, no pokazuju značajnu enzimatsku aktivnost tijekom zrenja i u njegovim završnim fazama te sudjeluju u formiranju tipičnih organoleptičkih svojstava sira. Posljednjih godina intenzivno se proučavaju laktobacili kod brojnih vrsta sireva (Casey i sur., 2006; Skelin, 2010). Fiziološkim testom rasta u 6,5 % otopini NaCl-a dokazano je da od 105 izolata enterokoka 22 izolata ne rastu (20,95 %) u navedenoj otopini. Obzirom da je fiziološko svojstvo roda *Enterococcus* rast u hiperzasićenoj otopini nužno je provesti daljnju molekularnu identifikaciju kako bi se potvrdila pripadnost izolata rodu *Enterococcus*. Svi izolati enterokoka pokazali su katalaza negativnu reakciju što je karakteristika svih BMK. Od 90 izolata laktokoka kod tri izolata je utvrđena katalaza pozitivna reakcija te je 11 izolata (12 %) izraslo u 6,5 % otopini NaCl. Navedenim izolatima će se u daljnjoj genetičkoj karakterizaciji potvrditi pripadnost rodu *Lactococcus*. Svi izolati laktobacila imali su katalaza negativnu reakciju i nisu rasli u 6,5 % otopini NaCl.

## Zaključci

Istraživanjem prirodne mikrobne populacije BMK Sira iz mišine standardnim mikrobiološkim metodama potvrđena je prisutnost sva tri glavna roda BMK: *Lactococcus*, *Enterococcus* i *Lactobacillus*. Rezultati ovoga istraživanja predstavljaju bazu za daljnja molekularna istraživanja i genetičku karakterizaciju svakog pojedinog roda i pripadajućih vrsta. Detaljnom fiziološkom i genetičkom karakterizacijom autohtonih vrsta i sojeva tipičnih bakterija mliječne kiseline dobit će se baza za eventualnu pripremu autohtonih mješovitih mljekarskih kultura u cilju standardizacije i zaštite izvornosti (PDO) Sira iz mišine.

## Literatura

- Casey, M.G., Hāni, J.P., Gruskovnjak, J., Schaeren, W., Wechsler, D. (2006). Characterisation of the non-starter lactic acid bacteria (NSLAB) of Gruyère PDO cheese. *Lait* 86:407-414.
- De Vuyst, L., Foulquie Moreno, M.R., Revets, H. (2002). Screening for enterocins and detection of hemolysin and vancomycin resistance in enterococci of different origins. *International Journal of Food Microbiology* 2635:1-20.

- Florez, A.B., Mayo, B. (2006). Microbial diversity and succession during the manufacture and ripening of traditional, Spanish, blue-veined Cabrales cheese, as determined by PCR-DGGE. *International Journal of Food Microbiology* 110:165-171.
- Gaya, P., Babi'n, M., Medina, M., Nunez, M. (1999). Diversity among lactocci isolated from ewes's raw milk end cheese. Departamento de Tecnología de Alimentos, INIA, Madrid, Spain, 7078/02/99
- Filipović, S. (1938): Dinarske planine paša i mljekarstvo na njima, Poljoprivredno-šumarski fakultet u Zagrebu, Tisak Ivan Lesnik, Jastrebarsko.
- Kaić, D., Kalit, S., Tudor, M., Vrdoljak, M. (2008). Higijenska kakvoća ovčjeg mlijeka za proizvodnju autohtonog sira iz mišine u zaleđu Šibenika. 38. hrvatski simpozij mljekarskih stručnjaka s međunarodnim sudjelovanjem, Lovran, Book of abstracts:57-58.
- Mannu, L., Paba, A., Pes, M., Scintu, M.F. (2000). Genotypic and phenotypic heterogeneity among lactococci isolated from traditional Pecorino Sardo cheese. *Journal of Applied Microbiology* 89:191-197.
- Morandi, S., Brasca, M., Andrighetto, C., Lombardi, A., Lodi, R. (2006). Technological and molecular characterisation of enterococci isolated from north west Italian dairy products. *International Dairy Journal* 16:867-875.
- Mrkonjić Fuka, M., Engel, M., Skelin, A., Redžepović, S., Schloter, M. (2010). Bacterial communities associated with production of artisanal Istrian cheese. *Int. J. of Food Microbiol.*, 142: 19-24.
- Ogier, J. C., Serror, P. (2008). Safety assesment of dairy microorganisms: The *Enterococcus* genus. *International Journal of Food Microbiology* 126:291- 301.
- Poznanski, E., Cavazza, A., Cappa, F., Cocconcelli, P.S. (2004). Indigenous raw milk microbiota influences the bacterial development in traditional cheese from alpine natural park. *International Journal of Food Microbiology* 92:141-151.
- Psoni, L., Kotzamanidis, C., Yiangou, M., Tzanetakis, N., Litopoulou-Tzanetaki, E., (2007). Genotypic and phenotypic diversity of *Lactococcus lactis* isolates from Batzos, a Greek PDO raw goat milk cheese. *International Journal of Food Microbiology* 114:211-220.
- Psoni, L., Kotzamanides, C., Andrighetto, C., Lombardi, A., Litopoulou-Tzanetaki, Tzanetakis, N., 2006. Genotypic and phenotypic heterogeneity in *Enterococcus* isolates from Batzos, a raw goat milk cheese. *International Journal of Food Microbiolgy* 109:109-120.
- Sarantinopoulos, P., Kalantzopoulos, G., Tsakalidou, E. (2002). Effect of *Enterococcus faecium* on microbiological, physicochemical and sensory characteristics of Greek Feta cheese. *International Journal of Food Microbiology* 76:93-105.
- Skelin, A. (2010). Genetska raznolikost bakterija mliječne kiseline izoliranih iz autohtonog Istarskog ovčjeg sira. Disertacija, Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
- Tudor, M., Kalit, S., Havranek, J., Kaić, D., Vrdoljak, M. (2009). Tehnologija proizvodnje i kvaliteta sira iz mišine. 44. hrvatski i 4. međunarodni simpozij agronoma, zbornik sažetaka, str. 238.
- Tudor, M., Kalit, S., Havranek, J., Kaić, D., Vrdoljak, M., Horvat, I. (2008): Fizikalno-kemijska karakterizacija autohtonog ovčjeg sira iz mišine. 38. hrvatski simpozij mljekarskih stručnjaka s međunarodnim sudjelovanjem, Lovran, str. 56-57.

sa2012\_0712



# Procjena mase klaonički obrađenog trupa mjerenjem tjelesne razvijenosti janjadi

Ante KASAP, Vesna PAVIĆ, Ivan VNUČEC, Ana KAIĆ, Dubravko ŠKORPUT, Boro MIOČ

Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska  
(e-mail: akasap@agr.hr)

## Sažetak

Cilj istraživanja bio je procijeniti parametre linearne regresije mase klaonički obrađenog janječeg trupa na mjere tjelesne razvijenosti (duljina trupa, dubina prsa, širina prsa, širina zdjelice i duljina stražnje noge) u populaciji janjadi dalmatinske pramenke. Utvrđene su statistički značajne ( $P < 0,001$ ) korelacije između mase trupa i navedenih dimenzionalnih svojstava (0,77 - 0,83). Utvrđen je značajan utjecaj ( $P < 0,05$ ) sezone janjenja, porodne mase i dobi janjadi na masu janječeg trupa. Procijenjen je veći broj parametara navedene linearne regresije. Korištenjem mjera: dužine trupa, dubine prsa i širine zdjelice može se ostvariti kvalitetna procjena mase klaonički obrađenoga trupa.

Ključne riječi: janjad, dalmatinska pramenka, masa trupa, tjelesne mjere, linearna regresija

## Estimate of carcass weight by measuring some body dimensional traits on lambs

### Abstract

The aim of this study was to estimate linear regression parameters of the lamb carcass mass on measures of body development (trunk length, chest depth, chest width, pelvic width and length of the right hind leg) in the population of the Dalmatian pramenka from island of Brač. A statistically significant ( $P < 0.001$ ) correlations were determined between carcass weight and dimensional traits (from 0.77 to 0.83). Birth weight, lambing season and age of lambs significantly ( $P < 0.05$ ) affected the weight of lamb carcasses. Parameters of before mentioned linear regression were estimated. Conclusion derived from this study is that by using measures of length of the trunk, chest depth and pelvis width it is possible to estimate carcass weight on live animals with good quality.

Key words: Dalmatian pramenka, lamb carcass, body measures, linear regression

### Uvod

U proizvodnji ovčjeg mesa u zemljama Sredozemlja i u Hrvatskoj dominiraju autohtone pasmine nastale u specifičnim okolišnim uvjetima, a u proizvodnom smislu su manje-više ograničene (područne) važnosti. Genetske predispozicije autohtonih hrvatskih pasmina ovaca za proizvodnju (meso, mlijeko, vuna), u skromnim uvjetima hranidbe i smještaja kao i otpornosti na određene bolesti i loše klimatske uvjete, temelji se na njihovom korištenju u ekstenzivnim sustavima uzgoja. Proizvodnja ovčjeg mesa na području Dalmacije temelji se na napasivanju ovaca i janjadi (prirodni, najčešće vegetacijom oskudni pašnjaci), hranidbi sijenom u zimskim mjesecima te gotovo zanemarivom prihranjivanju životinja krepkim krmivima. Ovce mužu samo u pojedinim stadima te se većina prihoda od ovčarstva ostvaruju prodajom mesa (janjetine). Tehnologija proizvodnje je podređena dobivanju janjadi tjelesne mase najpoželjnije za pripremu na ražnju (trupovi mase

8 -12 kg). Rezultati brojnih istraživanja upućuju na to da randman i tjelesna masa mogu poslužiti kao okvirni procjenitelji mase klaonički obrađenog trupa na živim životinjama. Ipak, velika varijabilnost mase pojedinih organa koji nisu sastavni dio trupa (prvenstveno predželudaca s crijevima i kože s donjim dijelovima nogu) upućuju na određenu nepreciznost ovakvog načina procjene. Istraživanja provedena na različitim pasminama i kategorijama ovaca diljem svijeta upućuju na čvrstu povezanost tjelesne mase i mjera tjelesne razvijenosti (Afolayan i sur., 2006; Pesmen i Yardimci, 2008; Cam i sur., 2010). Zbog izrazite povezanosti tjelesne mase i razvijenosti janjadi u fazi intenzivnog rasta za ovo istraživanje je odabran sustav proizvodnje janječeg mesa u kojemu janjad kolju znatno prije postizanja potpunog tjelesnog razvoja. Nasuprot navedenim inozemnim istraživanjima kojima su utvrđeni parametri za procjenu tjelesne mase, cilj ovog istraživanja je bio utvrditi parametre za procjenu mase klaonički obrađenog janječeg trupa. Razvojem statističkog modela koji uz osnovne paragenetske utjecaje uključuje mjere tjelesne razvijenosti janjadi, nastojat će se postići što točnija procjena parametara za spomenuto svojstvo u populaciji janjadi dalmatinske pramenke.

### Materijal i metode

Istraživanjem je bilo obuhvaćeno ukupno 122 janjadi dalmatinske pramenke uzgojene na području otoka Brača. Sva istraživana janjad je uzgojena u vrlo sličnim hranidbenim uvjetima (hranidba mlijekom, pašom i sijenom). Prilikom izdvajanja janjadi iz stada uzete su sljedeće tjelesne mjere: duljina trupa, dubina prsa, širina prsa, širina zdjelice i duljina desne stražnje noge. Janjad je zaklana u prosječnoj dobi od 93 dana u odgovarajuće opremljenim klaonicama. Nakon klanja i iskrvarenja s trupova je oguljena koža zajedno s donjim dijelovima nogu (odvojenim ispod karpalnih, odnosno tarzalnih zglobova). Iz trupova su odstranjeni organi trbušne i prsne šupljine. Vaganje je obavljeno poteznom vagom preciznosti 0,05 kg. Podaci o porodnoj masi i datumu janjenja preuzeti su iz evidencije svakog pojedinog uzgajivača. Statistička analiza obavljena je primjenom statističkog programa SAS (SAS, 2008). Opisna statistika utvrđena je korištenjem procedura MEANS i FREQ. Korelacije između izmjerenih fenotipskih odlika utvrđene su CORR procedurom. Janjad je na osnovu porodne mase razvrstana u tri kategorije (<2 kg, 2-2,5 kg, >2,5kg). Definirane su dvije sezone janjenja, zima i proljeće, a na osnovu dobi janjadi pri klanju janjad je razvrstana u tri dobne kategorije (<75 dana, od 75-105 dana, >105 dana). Statistička značajnost pojedinih utjecaja na izmjerene osobine utvrđena je GLM procedurom metodom najmanjih kvadrata. U daljnjoj statističkoj analizi korišten je sljedeći model:

$Y_{ijklm} = \mu + S_j + PM_j + D_k + S_l + e_{ijklm}$  gdje je:  $Y_{ijklm}$  = izmjerena vrijednost svojstva na  $m$ -toj životinji unutar  $i$ -te sezone,  $j$ -te porodne mase,  $k$ -te dobi i  $l$ -tog spola;  $\mu$  = prosjek;  $S_j$  = utjecaj sezone janjenja ( $i = 1, 2$ );  $PM_j$  = utjecaj porodne mase ( $j = 1, 3$ );  $D_k$  = utjecaj dobne kategorije ( $k = 1, 3$ );  $S_l$  = utjecaj spola ( $l = 1, 2$ );  $e_{ijklm}$  = rezidualna greška. Razvoj modela tekao je postupnim uključivanjem pojedinih mjera tjelesne razvijenosti, odnosno od jednostavne ka multiploj linearnoj regresiji. Procijenjeni su regresijski parametri potrebni za konstrukciju jednadžbe ovisno o broju kovarijabli ( $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n$ ). Regresijski pokazatelj  $\beta_0$  procijenjen je za sve klasne utjecaje u modelu. Radi jednostavnije interpretacije rezultata tablično su prikazane vrijednosti  $\beta_0$  za janjad koja pripada srednjoj masenoj i srednjoj dobnoj kategoriji.

### Rezultati i rasprava

Prosjeci i pokazatelji varijabilnosti za mjere tjelesne razvijenosti i masu klaonički obrađenog trupa janjadi dalmatinske pramenke prikazani su u tablici 1.

Utvrđene su velike sličnosti u tjelesnoj masi i razvijenosti janjadi dalmatinske pramenke neposredno prije klanja s janjadi rapske ovce i creske ovce (Prpić i sur., 2010; Mioč i sur., 2009). Joy i sur. (2008) su u španjolske Churra Tensina janjadi uzgajane u sličnim uvjetima kao i janjad predmetnog istraživanja utvrdili podjednaku masu klaonički obrađenog trupa, ali i značajno veću prosječnu tjelesnu masu, a posljedično tome i manji randman. Iz tablice 2 je vidljivo kako su porodna masa i sezona janjenja značajno utjecale na sva izmjerena svojstva ( $P < 0,05$ ).

Dob janjadi pri klanju značajno je utjecala na masu klaonički obrađenog trupa. Utvrđene razlike po dobim kategorijama za ostale istraživane osobine nisu bile statistički značajne ( $P > 0,05$ ). Afolayan i sur. (2006) su utvrdili značajan utjecaj dobi na tjelesnu masu ovaca te na sva ostala izmjerena morfometrijska svojstva. Ipak, treba uzeti u obzir da su navedenim istraživanjem bila obuhvaćena grla znatno šireg raspona dobi pa su i razlike u tjelesnoj razvijenosti bile znatno izraženije. Razlike u prosjecima za niti jedno svojstvo nisu bile

## Estimate of carcass weight by measuring some body dimensional traits on lambs

statistički značajne između janjadi različitog spola. To zapravo ne čudi s obzirom da je sva janjad zaklana prije postizanja spolne zrelosti pa se utjecaj spolnih hormona nije odrazio na istraživana svojstva. Utvrđene su značajne ( $P < 0,001$ ) fenotipske korelacije (0,71 - 0,83) između mase klaonički obrađenog trupa i svih morfometrijskih svojstava koja su također bila međusobno značajno korelirana (0,66 - 0,79).

Tablica 1. Mjere tjelesne razvijenosti i masa trupa janjadi dalmatinske pramenke

	$\bar{X}$	s.d.	CV	Min.	Max.
Živa vaga (kg)	19,31	4,21	21,81	11,40	29,50
Duljina trupa (cm)	62,95	4,65	7,38	52,50	74,00
Širina prsa (cm)	11,94	1,74	14,58	9,10	16,50
Dubina prsa (cm)	22,56	1,72	7,63	19,00	26,50
Duljina stražnje noge (cm)	24,01	1,63	6,78	20,50	27,50
Širina zdjelice (cm)	13,50	1,20	8,87	10,60	16,50
Masa trupa (kg)	10,53	2,12	20,14	6,20	15,43

$\bar{X}$  - aritmetička srednja vrijednost; s.d. - standardna devijacija; CV - koeficijent varijabilnosti (%), Min.- najmanja vrijednost, Max.-najveća vrijednost.

Tablica 2. Utjecaj porodne mase, sezone janjenja i dobi janjadi pri klanju na masu trupa (kg) i mjere tjelesne razvijenosti (cm) janjadi dalmatinske pramenke (LSM  $\pm$  SE)

Utjecaj	Masa trupa	Duljina trupa	Širina prsa	Dubina prsa	Širina zdjelice	
Porodna masa (kg)	<2 2-2,5 >2,5	10,1 $\pm$ 0,25a 10,4 $\pm$ 0,16a 11,0 $\pm$ 0,26b	62,0 $\pm$ 0,56a 62,9 $\pm$ 0,37a 65,1 $\pm$ 0,58b	11,1 $\pm$ 0,22a 11,6 $\pm$ 0,14a 13,5 $\pm$ 0,22b	21,8 $\pm$ 0,26a 22,2 $\pm$ 0,17a 23,9 $\pm$ 0,27b	13,0 $\pm$ 0,19a 13,4 $\pm$ 0,13a 14,4 $\pm$ 0,20b
Sezona	zima proljeće	11,6 $\pm$ 0,20a 9,4 $\pm$ 0,19b	66,5 $\pm$ 0,46a 60,2 $\pm$ 0,43b	12,7 $\pm$ 0,18a 11,4 $\pm$ 0,17b	23,2 $\pm$ 0,21a 22,1 $\pm$ 0,20b	14,0 $\pm$ 0,16a 13,2 $\pm$ 0,15b
Dob (dana)	<75 75-105 >105	9,4 $\pm$ 0,27a 11,1 $\pm$ 0,18b 11,0 $\pm$ 0,23b	63,0 $\pm$ 0,62a 63,3 $\pm$ 0,41a 63,8 $\pm$ 0,53a	11,8 $\pm$ 0,24a 12,3 $\pm$ 0,16a 12,4 $\pm$ 0,20a	22,5 $\pm$ 0,29a 22,7 $\pm$ 0,19a 22,8 $\pm$ 0,24a	13,1 $\pm$ 0,21a 13,4 $\pm$ 0,14a 13,7 $\pm$ 0,18a
Spol	muški ženski	10,4 $\pm$ 0,16a 10,7 $\pm$ 0,18a	63,2 $\pm$ 0,36a 63,6 $\pm$ 0,41a	12,0 $\pm$ 0,14a 12,3 $\pm$ 0,16a	22,8 $\pm$ 0,17a 22,6 $\pm$ 0,19a	13,5 $\pm$ 0,12a 13,7 $\pm$ 0,14a

a,b - prosjeci označeni različitim slovom u istoj koloni unutar pojedine skupine značajno se razlikuju ( $P < 0,05$ )

Tablica 3. Procijenjeni parametri regresija mase trupa na mjere tjelesne razvijenosti

	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	R <sup>2</sup>
A,B,C,D,E	-8,55	0,17	0,06	0,25	-0,13	0,36	0,835
A,C,E	-9,33	0,16	0,20	0,38	-	-	0,831
A,E	-8,15	0,19	0,49	-	-	-	0,821
A,C	-8,88	0,19	0,33	-	-	-	0,813
C,E	-3,46	0,32	0,49	-	-	-	0,807

A-duljina trupa, B-širina prsa, C-dubina prsa, D- duljina stražnje noge, E- širina zdjelice,  $\beta_0$ : $\beta_n$ - procijenjeni parametri regresije, R<sup>2</sup>-koeficijent determinacije.

Pridruživanjem mjera tjelesne razvijenosti osnovnom statističkom modelu utvrđeni su različiti koeficijenti determinacije ovisno o izboru i broju varijabli uključenih u model (tablica 3). Najveća proporcija objašnjene varijabilnosti sukladno našim očekivanjima utvrđena je korištenjem potpunog modela ( $R^2=0,835$ ).

Međutim, iz praktičnih razloga (mjerenje životinja u ekstenzivnim proizvodnim uvjetima) i aplikativne važnosti modela (primjena u praksi) vrlo često se teži istovremenoj redukciji varijabli u modelu i njegovoj preciznosti u procjeni željenog svojstva. Istraživanjem je utvrđeno da promjene duljine trupa, širine zdjelice i dubine prsa najbolje opisuju promjenu mase klaonički obrađenog trupa. Njihovim korištenjem u modelu postiže se gotovo jednaka učinkovitost kao i korištenjem potpunog modela ( $R^2=0,831$ ). Procijenjeni parametri nekih multiplih regresija klaonički obrađenih janječih trupova na mjere razvijenosti janjadi prikazani su u tablici 3. Zbog opsežnosti, rezultati preliminarnih statističkih analiza (parametri jednostavnih linearnih regresija) i ostalih multiplih regresija nisu tablično prikazani. Opća formula multiple regresije je:  $y = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \dots + \beta_{p-1} \cdot x_{p-1} + e$ , gdje je  $y$  = zavisna varijabla,  $x_1.. x_{p-1}$  = nezavisne varijable,  $\beta_0, \beta_1 ..\beta_{p-1}$  = parametri regresije,  $e$  = slučajna greška.

Uvrštavanjem mjera tjelesne razvijenosti i procijenjenih parametara (tablica 3) u navedenu formulu moguće je izvršiti kvalitetnu procjenu mase klaonički obrađenog trupa na živom janjetu. Navedeni parametri su procijenjeni u fazi intenzivnog rasta te se najveća preciznost u procjeni njihovim korištenjem može očekivati upravo kod janjadi dobi od 2 do 4 mjeseca. Brojna prethodna istraživanja (Abdelhadi i sur., 2011; Afolayan i sur., 2006; Pesmen i Yardimci 2008; Cam i sur., 2010; Rahman, 2007) sugeriraju kako su morfometrijske mjere korištene u predmetnom istraživanju samo neke od tjelesnih mjera kojima se može objasniti varijabilnost navedenog svojstva.

Dobiveni rezultati su u suglasju s navedenim istraživanjima iako se apsolutne vrijednosti nekih numeričkih pokazatelja donekle razlikuju. Ipak, visoke utvrđene korelacije između mase trupa i mjera tjelesne razvijenosti u ovom, kao i u prethodno navedenim istraživanjima upućuju na to da heterogenost rezultata u ovakvim istraživanjima uglavnom proizlazi zbog različite vrste i kategorije istraživanih životinja, različitih mjerenja fenotipskih svojstava, brojnosti podataka potrebnih za kvalitetnu statističku analizu i korištenja različitih statističkih modela.

### Zaključci

Masa klaonički obrađenog trupa janjadi dalmatinske pramenke može se kvalitetno procijeniti uzimanjem tjelesnih mjera janjadi pomoću gore navedene formule i procijenjenih regresijskih parametara. Utvrđen je utjecaj porodne mase, sezone janjenja i dobi životinje na masu janječeg trupa. Radi nepristrane procjene regresijskih parametara u nekoj drugoj populaciji potrebno je izvršiti korekciju na navedene utjecaje odgovarajućim statističkim modelom.

Korištenjem ovakvih procjena u praksi može se povećati učinkovitost u trgovini janjadi. Uzgajivači i nakupci bi pritom istovremeno znali čime zapravo trguju te bi se lakše mogli dogovoriti oko formiranja otkupne cijene janjadi.

### Literatura

- Abdelhadi O. M. A., Babiker S. A., Kijora C. (2011). Estimation of zebu cattle carcass weight using body measurements. *Livestock Research for Rural Development*. Dostupno na: <http://www.lrrd.org/lrrd23/1/abde23012.htm>
- Afolayan R.A., Adeyinka I.A., Lakpini C.A.M. (2006). The estimation of live weight from body measurements in Yankasa sheep. *Czech Journal of Animal Science* 51(8):343–348.
- Cam M.A., Olfaz M., Soydan E. (2010). Body Measurements Reflect Body Weights and Carcass Yields in Karayaka Sheep. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances* 5:120-127.
- Joy M., Alvarez-Rodriguez J., Revilla R., Delfa R., Ripoll G. (2008). Ewe metabolic performance and lamb carcass traits in pasture and concentrate-based production systems in Churra Tensina breed. *Small Ruminant Research* 75:24-35.
- Mioč B., Pavić V., Vnučec I., Prpić Z., Sušić V., Barać Z. (2009). Klaonički pokazatelji i odlike trupa creske janjadi. *Proc. 44th Croatian & 4th International Symposium on Agriculture*, Marić S., Lončarić T. (ed.), 742-745. February 16.-20., 2009., Opatija, Hrvatska: Poljoprivredni fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.
- Pesmen G., Yardimci M. (2008). Estimating the live weight using some body measurements in Saanen goats. *Archiva Zootechnica* 11(4):30-40.
- Prpić Z., Vnučec I., Pavić V., Barać Z., Mioč B. (2010). Klaonički pokazatelji i odlike trupa rapske janjadi. *Proc. 45th Croatian & 5th International Symposium on Agriculture*, Marić S., Lončarić T. (ed.), 1058-1061. February 15.-19., 2010, Opatija, Hrvatska: Poljoprivredni fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.
- Rahman F. (2007): Prediction of Carcass Weight from the Body Characteristics of Black Bengal Goats. *International journal of agriculture & biology* 9(3): 431-434 Dostupno na: <http://www.fspublishers.org>

sa2012\_0713

# An optimized method for the simultaneous determination of vitamins A and E in animal feeding stuff by high performance liquid chromatography

Veronika KMECL

Agricultural Institute of Slovenia, Hacquetova street 17, 1000 Ljubljana, Slovenia  
(e-mail: veronika.kmecl@kis.si)

## Abstract

A method for determination of A and E vitamins in animal feeding stuffs samples was developed in Central laboratory of Agricultural Institute of Slovenia. The simultaneous method for determination of both vitamins involved saponification with potassium hydroxide in ethanol, followed by the liquid-liquid extraction of vitamins into light petroleum, evaporation until dryness and dilution of dry substance in 2-propanol. The vitamins contents were determined using high performance liquid chromatography (HPLC) with UV-VIS detection. The method was validated for trueness, precision and measurement uncertainty. Agricultural Institute of Slovenia is authorized national laboratory for animal feeding stuff analysis and this method is appropriate for the State inspection's control purposes.

Key words: animal feeding stuff, vitamin A, vitamin E, method validation, HPLC

## Introduction

Vitamin A and E are fat soluble vitamins that play an important role in the animal body function. The lack of vitamin A relates to low grow rates, muscle weakness, poor vision, skeletal and nervous disorders. Vitamin E is an antioxidant and plays a role in the formation of cell membrane and cell respiration. In food of animal origin the major form of vitamin A is an ester, primarily retinyl palmitate, which is converted to retinol in the small intestine. Vitamin E refers to a group of fat-soluble compounds that include tocopherols and tocotrienols (Seddon et al., 1994).

Two International Standards prescribe the procedures for separate determinations of vitamins A and E in animal feeding stuff samples: ISO 14565 (Animal feeding stuff – Determination of vitamin A content – Method using high-performance liquid chromatography) and ISO 6867 (Animal feeding stuffs – Determination of vitamin E content – Method using high-performance liquid chromatography).

We developed and validated a simultaneous method for determination of A and E vitamins in animal feeding stuff samples using high performance liquid chromatography.

Central laboratory of Agricultural Institute of Slovenia is authorized national laboratory for performing the analyses of animal feeding stuff samples for the State inspection's control purposes.

## Materials and methods

### Method development

Two procedures according to ISO 14565 and ISO 6867 were combined to achieve the simultaneous determination of vitamins A and E contents in animal feeding stuff samples.

### Preparation of sample

Prior to analysis the sample is well mixed and homogenised to pass through 1 mm sieve. The method involves saponification with potassium hydroxide in ethanol followed by the liquid-liquid extraction (LLE) of vitamins A and E into light petroleum. The light petroleum is removed by evaporation under vacuum at a temperature not exceeding 40°C. The dry residue is dissolved in 2-propanol appropriate for HPLC analysis.

### Determination with high performance liquid chromatography (HPLC)

The vitamins contents were determined using HPLC with UV-VIS detection using conditions that give a single peak for all retinol isomers (vitamin A) and other single peak for DL- $\alpha$ -tocopherol (vitamin E). We optimized chromatographic conditions that are described in Table 1. We used chromatographic column XB-C18; 150 x 4,6 mm x 2,6  $\mu$ ; Kinetex, Phenomenex.

Table 1. HPLC conditions

Mobile phase	Methanol : water = 770 ml : 30 ml (v/v)
Flow ( $\phi$ )	1,3 ml/min
Injection volume ( $V_i$ )	20 $\mu$ l
Detector (UV-VIS)	$\lambda = 325$ nm
Retention time ( $t_R$ )	vitamin A: 2,0 min, vitamin E: 7,4 min

### Validation

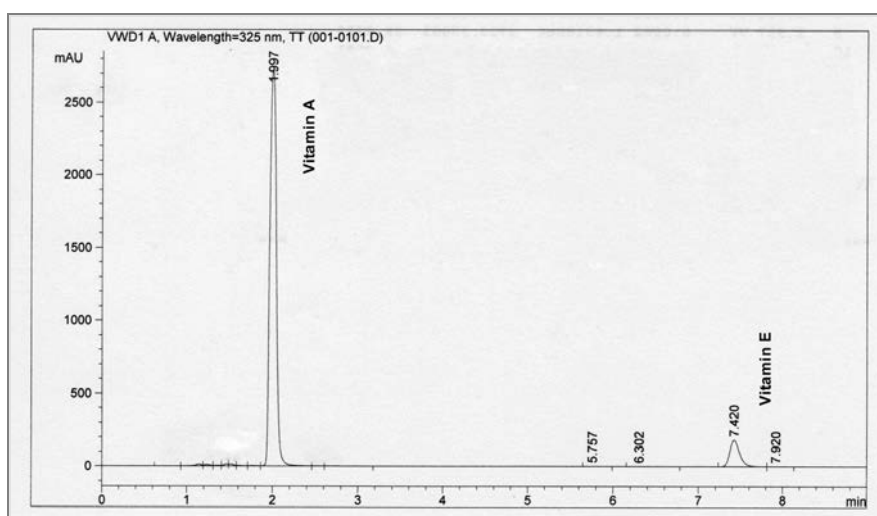
We verified following validation parameters:

- trueness,
- precision, i.e. repeatability and reproducibility,
- measurement uncertainty, i.e. uncertainty of repeatability and uncertainty of reproducibility.

## Results and discussion

### Method development

The HPLC chromatogram for determination A and E vitamins contents in feeding stuffs using chromatographic conditions described above is presented in Graph 1.



Graph 1. HPLC chromatogram for determination of A and E vitamins in a sample of animal feeding stuff

## Method validation

### Trueness

The trueness of the results for A and E vitamins in animal feeding stuff samples was verified by the analysis of samples from the inter-laboratory proficiency scheme organized by BIPEA (Bureau interprofessionnel d'études analytiques) (Table 2 and 3).

The Minimum and the Maximum values (Mean  $\pm$  2 x standard deviation) are defining the tolerance interval inside which the result can be accepted as correct. From the Tables 2 and 3 is evident that the results obtained in inter-laboratory proficiency scheme BIPEA were accurate.

Table 2. The results of vitamin A obtained in the inter-laboratory proficiency scheme

Sample BIPEA	Vitamin A					Our result, IU/kg	Conclusion
	Mean, IU/kg	Tolerance, IU/kg	Minimum, IU/kg	Maximum, IU/kg			
1	13737	4121	9616	17858		15619	correct
2	6513	1954	4559	8467		7003	correct
3	10657	3197	7460	13854		11126	correct
4	11522	3457	8065	14979		13115	correct
5	8233	2470	5763	10703		7758	correct
6	109769	32931	76838	142700		102293	correct
7	5160	1548	3612	6708		4570	correct
8	8181	2454	5727	10635		7723	correct
9	9236	2771	6465	12007		9311	correct
10	5779	1734	4045	7513		4831	correct
11	28621	8586	20035	37207		30496	correct
12	15615	4684	10931	20299		17885	correct
13	855747	256724	599023	1112471		729431	correct
14	14154	4246	9908	18400		15149	correct

Table 3. The results of vitamin E obtained in the inter-laboratory proficiency scheme

Sample BIPEA	Vitamin E					Our result, mg/kg	Conclusion
	Mean, mg/kg	Tolerance, mg/kg	Minimum, mg/kg	Maximum, mg/kg			
1	169	34	135	203		168	correct
2	16	3	13	19		17	correct
3	36	7	29	43		35	correct
4	70	14	56	84		65	correct
5	67	13	54	80		77	correct
6	65	13	52	78		68	correct
7	104	21	83	125		112	correct
8	14	3	11	17		17	correct
9	40	8	32	48		41	correct
10	56	11	45	67		59	correct
11	146	29	117	175		152	correct
12	804	161	643	965		828	correct
13	633	127	506	760		526	correct
14	102	20	82	122		100	correct

### Precision

For the determination of the precision of the method we analysed a sample of feeding stuff (BIPEA, Feed for chicken) during 10 days, each day in 2 repetitions. Standard deviation of repeatability and standard deviation of reproducibility were calculated. Dispersions of results were checked with Cochran test and outliers with Grubbs test (Table 4 and 5).

**Table 4. Repeatability and reproducibility data (Vitamin A);**

Sample BIPEA	IU/kg
Means of the levels	7730
Stand. dev. of repeatability of the level- SD	649
Stand. dev. of reproducibility of the level- SD	863

**Table 5. Repeatability and reproducibility data (Vitamin E);**

Sample BIPEA	mg/kg
Means of the levels	39
Stand. dev. of repeatability of the level- SD	1
Stand. dev. of reproducibility of the level- SD	2

Relative standard deviation of repeatability of the level (RSD) is 8,4% for vitamin A and 2,3% for vitamin E in concentration ranges described in Table 4 and 5. Relative standard deviation of reproducibility of the level (RSD) is 11,2% for vitamin A and 5,1% for vitamin E.

### Measurement uncertainty

For the determination of measurement uncertainty we calculated the uncertainty of repeatability and uncertainty of reproducibility by multiplying standard deviation of repeatability and standard deviation of reproducibility by Student's t factor for 9 degrees of freedom and 95% confidence level ( $t_{95,9} = 2,262$ ). The data are given in Table 6 and 7.

**Table 6. Measurement uncertainty data (vitamin A);**

Sample BIPEA	IU/kg
Uncertainty of repeatability	1468
Uncertainty of reproducibility	1953

**Table 7. Measurement uncertainty data (vitamin E);**

Sample BIPEA	mg/kg
Uncertainty of repeatability	2
Uncertainty of reproducibility	4

### Conclusions

An HPLC method for determination of A and E vitamins content in animal feeding stuff samples was developed and validated in the Central laboratory of Agricultural Institute of Slovenia. Two procedures according to ISO 14565 and ISO 6867 were combined to achieve the simultaneous analysis of both vitamins.

The preparation of sample was the same for both vitamins e.g. saponification with potassium hydroxide in ethanol, followed by the liquid-liquid extraction with light petroleum, evaporation until dryness and dilution of dry substance in 2-propanol. We tried to achieve a simultaneous determination of both vitamins at one HPLC conditions, therefore we optimized methods described in both ISO standards and validated a method for trueness, precision and measurement uncertainty. The trueness of the results of A and E vitamins in animal feeding stuff samples was verified by the analysis of samples from the inter-laboratory proficiency scheme organized by BIPEA. From current paper is evident that the results obtained in inter-laboratory proficiency scheme were accurate.



## **An optimized method for the simultaneous determination of vitamins A and E in animal feeding stuff by high performance liquid chromatography**

### **References**

- Seddon M. J. et al. (1994). Dietary Carotenoids, Vitamins A, C, and E, and Advanced Age-Related Macular Degeneration. *The Journal of the American Medical Association*; 272, p. 1413-1420.
- ISO 14565. Animal feeding stuff – Determination of vitamin A content – Method using high-performance liquid chromatography, First edition, 2000-12-01.
- ISO 6867. Animal feeding stuff – Determination of vitamin E content – Method using high-performance liquid chromatography, First edition, 2000-12-01.
- ISO 5725-2:1994 Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results - Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of standard measurement method.

**sa2012\_0714**

# Utjecaj spola na sastav masnih kiselina dalmatinskog pršuta

Ivica KOS, Romano BOŽAC, Ivan ŠIRIĆ, Boro MIOČ, Marko HAJENIĆ

Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska  
(e-mail: ikos@agr.hr)

## Sažetak

Cilj ovog rada bio je utvrditi utjecaj spola na sastav i zbirne udjele masnih kiselina dalmatinskog pršuta. U istraživanju su korišteni tropasminski križanci žive mase cca 150 kg od kojih je slučajno izabrano 20 nazimica (N) i 20 muških kastrata (K). Nakon završenog tehnološkog procesa proizvodnje dalmatinskog pršuta izvršeno je određivanje sadržaja masti i sastava masnih kiselina. Istraživanjem je utvrđeno da pršuti muških kastrata sadrže značajno veći sadržaj masti i veći udio zasićenih masnih kiselina, dok pršuti nazimica sadrže značajno veći udio polinezasićenih masnih kiselina te veće zbirne udjele n-6 i n-3 masnih kiselina.

Ključne riječi: dalmatinski pršut, spol, sastav masnih kiselina

## Effect of gender on fatty acid composition of Dalmatian ham

### Abstract

The aim of this paper was to determine the effect of gender on fat content and fatty acid composition of Dalmatian ham. Three-way crossbreeds at live weight of cca. 150 kg were used, from which 20 carcass halves of gilts (N) and 20 of barrows (K) were randomly selected. At the end of the production process of Dalmatian ham, analyses of fat content and fatty acid composition were performed. It was determined that dry-cured hams from barrows had significantly higher content of fat and higher proportion of the saturated fatty acids, while hams from gilts had significantly higher proportion of the polyunsaturated fatty acids and cumulative proportion of the n-6 and n-3 fatty acids.

Key words: Dalmatian ham, gender, fatty acid composition

### Uvod

Kakvoću mesa je vrlo teško jednoznačno definirati na način da objedinjuje sve bitne aspekte mesa. Stoga je za potpuno razumijevanje kakvoće mesa potrebno poznavanje morfoloških, kemijskih, fizikalnih, biokemijskih, mikrobioloških, senzornih, tehnoloških, higijenskih, nutritivnih i kulinarskih karakteristika. Navedene sastavnice imaju različitu važnost ovisno o percepciji kakvoće od strane potrošača ili proizvođača. Kod potrošača je sastav masnih kiselina mesa postao važan kriterij kod kupovine, uglavnom zbog povezanosti s bolestima krvožilnog sustava i malignim oboljenjima (Wood i sur., 2003). Rezultati brojnih istraživanja pokazuju da je spol svinja vrlo značajan čimbenik o kojem ovisi sastav masnih kiselina (Alonso i sur., 2009; Gandemer, 2002; Zhang i sur., 2007). Pritom je utvrđeno da meso nazimica sadrži veći udio nezasićenih masnih kiselina, dok je meso muških kastrata bogatije zasićenim masnim kiselinama. Međutim, istraživanja o sastavu masnih kiselina dalmatinskog pršuta se svode na proučavanje utjecaja genotipa (Kos, 2011). Zbog toga je cilj ovog rada bio utvrditi utjecaj spola na sastav masnih kiselina zrelog dalmatinskog pršuta uz uvažavanje zdravstvenih preporuka i tehnološke prikladnosti.

### Materijal i metode

U istraživanju su korišteni tropasminski križanci žive mase cca 150 kg od kojih je slučajno izabrano 20 nazimica (N) i 20 muških kastrata (K). Križanci su uzgajani u istim uvjetima i hranjeni istom komercijalnom smjesom. Nakon klanja svinja i hlađenja polovica izvršeno je odvajanje i obrada butova za proizvodnju dalmatinskog pršuta. Tehnološki proces proizvodnje dalmatinskog pršuta se sastojao od soljenja, prešanja, dimljenja, sušenja i zrenja u kontroliranim mikroklimatskim uvjetima prema Kosu (2011). Uzorci dalmatinskog pršuta su pripremljeni iz mišića *m. semimembranosus* i *m. biceps femoris* odvojenih od vidljivih naslaga masnog i vezivnog tkiva. Pripremljeni uzorci su vakimirani i čuvani na  $-40^{\circ}\text{C}$  u zamrzivaču do kemijskih analiza. Sadržaj masti je određen Soxhlet metodom prema ISO 1443 (ISO 1444, 1973). Sastav masnih kiselina je određen pomoću plinske kromatografije na uređaju Chromapack CP 9000 uz plameni ionizirajući detektor. Upotrijebljena je kolona 50 m x 0.25 mm quartz capillary CP Sil-88 (FAME) u koju je injektirano 0,5 – 2  $\mu\text{l}$  pripremljene otopine prema Csapó i sur. (2000). Korišten je helij kao prijenosni plin kod 150 kPa uz protok od 30  $\text{cm}^3/\text{min}$ , a kod detektora zrak uz protok 250  $\text{cm}^3/\text{min}$  i vodik uz 30  $\text{cm}^3/\text{min}$ . Temperatura injektora i detektora je iznosila  $220^{\circ}\text{C}$ , a temperatura kolone se postupno od  $100^{\circ}\text{C}$  povećavala brzinom  $6^{\circ}\text{C}/\text{min}$  do postizanja  $210^{\circ}\text{C}$  koja je održavana do kraja postupka. Procjena udjela pojedine masne kiseline je izračunata kao kvocijent pika metilnog estera masne kiseline i zbroja pikova metilnih estera svih masnih kiselina i izražena u postotku (Csapó i sur., 2000). Dobiveni podaci su obrađeni statističkim paketom SAS V9.1 (SAS Institute, 2002) primjenom GLM procedure sa spolom kao fiksnim utjecajem.

### Rezultati i rasprava

U tablici 1 je prikazan utjecaj spola na sadržaj masti i sastav masnih kiselina dalmatinskog pršuta. Pojedine masne kiseline koje su utvrđene u malim količinama nisu prikazane, ali su korištene kod izračuna zbirnih udjela. U pršutima muških kastrata je utvrđen značajno veći udio masti uz razinu značajnosti  $P < 0,001$ . Dobiveni rezultati su u skladu s brojnim istraživanjima (Alonso i sur, 2009; Barton-Gade, 1987; Latorre i sur., 2003; Serrano i sur, 2008; Zhang i sur., 2007) te su očekivani s obzirom na činjenicu da kastracija pogoduje intramuskularnom nakupljanju masti (Barton-Gade, 1987).

Tablica 1. Utjecaj spola na sadržaj masti i sastav masnih kiselina dalmatinskog pršuta

Pokazatelj	Spol		Razina značajnosti <sup>1</sup>
	K	N	
Sadržaj masti, %	9,35 ± 0,46	6,62 ± 0,38	**
Masna kiselina, %			
Miristinska C14:0	1,60 ± 0,06	1,38 ± 0,05	*
Palmitinska C16:0	25,03 ± 0,48	22,68 ± 0,39	*
Palmitoleinska C16:1	3,83 ± 0,30	3,25 ± 0,25	NZ
Stearinska C18:0	10,03 ± 0,41	10,17 ± 0,33	NZ
Oleinska C18:1	44,98 ± 0,61	43,73 ± 0,50	NZ
Linolna C18:2 n-6	10,35 ± 0,51	13,97 ± 0,42	**
Linolenska C18:3 n-3	0,50 ± 0,04	0,78 ± 0,03	**

Rezultati su izraženi kao prosjek sume najmanjih kvadrata ± standardna greška; <sup>1</sup> \*:  $P < 0,05$ ; \*\*:  $P < 0,001$ ; NZ: nije značajna; K: muški kastrati; N: nazimice

Dobivene vrijednosti udjela masnih kiselina su slične rezultatima prethodnih istraživanja dalmatinskog pršuta (Kos, 2011) kao i drugih pršuta (Gandemer, 2002). Najzastupljenija masna kiselina dalmatinskog pršuta je mononezasićena oleinska kiselina (C18:1) čiji udio se nije značajno razlikovao između spolova. U muških kastrata utvrđen je značajno veći udio zasićenih masnih kiselina, miristinske (C14:0) i palmitinske (C16:0). Međutim, u nazimica je utvrđen značajno veći udio polinezasićenih masnih kiselina, linolne (C18:2 n-6) i linolenske (C18:3 n-3). Slične rezultate su dobili Alonso i sur. (2009) te Zhang i sur. (2007) u istraživanju utjecaja spolova na sastav masnih kiselina.

Tablica 2 prikazuje zbirne udjele i neke kvocijente masnih kiselina dalmatinskog pršuta muških kastrata (K) i nazimica (N). U muških kastrata utvrđen je značajno veći zbirni udio SFA ( $P < 0,0001$ ) dok je u nazimica utvrđen značajno veći zbirni udio PUFA ( $P < 0,001$ ), n-6 ( $P < 0,001$ ) i n-3 masnih kiselina ( $P < 0,0001$ ). Iako je utvrđen veći zbirni udio MUFA u muških kastrata, dobivena razlika nije bila statistički značajna. U pršutu

nazimica je utvrđen značajno veći kvocijent P/S ( $P < 0,001$ ), ali nije utvrđena razlika između spolova u vrijednosti kvocijenta n-6/n-3. Dobiveni rezultati su slični vrijednostima zbirnih udjela dalmatinskog pršuta (Kos, 2011) te drugih pršuta u svijetu (Gandemer, 2002), kao i prethodnim istraživanjima o sastavu masnih kiselina pojedinih spolova (Alonso i sur., 2009; Zhang i sur., 2007).

Tablica 2. Utjecaj spola na zbirne udjele i kvocijente masnih kiselina dalmatinskog pršuta

Karakteristika	Spol		Razina značajnosti <sup>1</sup>
	K	N	
SFA, %	37,63 ± 0,26	35,37 ± 0,21	***
MUFA, %	50,03 ± 0,59	48,42 ± 0,48	NZ
PUFA, %	12,40 ± 0,61	16,35 ± 0,50	**
P/S	0,30 ± 0,02	0,43 ± 0,01	**
n-6, %	11,38 ± 0,57	14,98 ± 0,47	**
n-3, %	0,95 ± 0,04	1,37 ± 0,04	***
n-6/n-3	12,04 ± 0,55	10,98 ± 0,45	NZ

Rezultati su izraženi kao prosjek sume najmanjih kvadrata ± standardna greška; <sup>1</sup> \*\*:  $P < 0,001$ ; \*\*\*:  $P < 0,0001$ ; NZ: nije značajna; K: muški kastrati; N: nazimice

Barton-Gade (1987) utvrđuje da je kastracija prasadi odgovorna za povećanje sadržaja masti u mesu. Dodatno De Smet i sur. (2004) navode da je sadržaj masti usko povezan sa odnosima masnih kiselina. Pritom autori navode da se povećanjem sadržaja masti povećava udio SFA i MUFA, a smanjuje udio PUFA. Navedeno je potvrđeno istraživanjima Alonsa i sur. (2009) te Zhanga i sur. (2007) kod kojih je utvrđena značajna razlika u sadržaju masti i u udjelima masnih kiselina. S druge strane, Ramirez i Cava (2007) nisu utvrdili utjecaj spola na sastav masnih kiselina u potkožnom ni u intramuskularnom masnom tkivu, ali spomenuti autori nisu utvrdili razlike ni u sadržaju masti. Uvažavajući navedeno i dobivene rezultate ovog istraživanja o sadržaju masti, možemo poduprijeti pretpostavku da je utvrđen utjecaj spola na sastav masnih kiselina posredan rezultat razlika u sadržaju masti.

Svjetska zdravstvena organizacija navodi da je u prehrani ljudi bitan odnos udjela SFA, MUFA i PUFA u mesu pri čemu je preporuka da kvocijent P/S bude između 0,4 i 1 (WHO, 2003). Prema ovom istraživanju su pršuti nazimica s kvocijentom P/S = 0,43 unutar preporučenih vrijednosti. S druge strane, pršuti muških kastrata imaju nizak kvocijent P/S (0,30) zbog velikog udjela SFA i malog udjela PUFA u odnosu na nazimice. Iz navedenog se može zaključiti da su prema tom kriteriju pršuti nazimica pogodniji za ljudsku ishranu.

Kod pršuta nazimica je utvrđena manja vrijednost kvocijenta n-6/n-3 (10,98) u odnosu na pršute muških kastrata (12,04), ali dobivena razlika nije statistički značajna ( $P > 0,05$ ). Dobiveni kvocijenti su nešto veće vrijednosti nego u istraživanju Alonsa i sur. (2009) gdje je kvocijent n-6/n-3 u butova muških kastrata bio 9,13, a u nazimica 9,36, iako dobivena razlika nije statistički značajna. Rezultati istraživanja Fernández i sur. (2007) pokazuju veliku varijabilnost kvocijenta n-6/n-3 između 5 različitih pršuta (9,36 - 13,75), što se najvećim dijelom može pripisati varijabilnom zbirnom udjelu n-6 masnih kiselina.

Prema preporukama WHO (2003) kvocijent n-6/n-3 bi trebao biti u rasponi između 1 i 4, pa su prema tom kriteriju pršuti nazimica povoljniji za ljudsku prehranu (n-6/n-3 = 10,98) nego što su pršuti muških kastrata (n-6/n-3 = 12,04). Međutim, vrijednosti dobivenih kvocijenata dalmatinskog pršuta oba spola jako odstupaju od preporuka, što je slučaj i kod drugih pršuta (Fernández i sur., 2007).

Prema rezultatima istraživanja Armero i sur. (1999) koji su ustanovili da između spolova nema razlike u aktivnosti lipolitičkih enzima, možemo pretpostaviti da je proces lipolize podjednak između spolova. Navedeno je posebno značajno u proizvodnji pršuta zbog dugog vremenskog razdoblja koje kod dalmatinskog pršuta iznosi najmanje godinu dana (Kos, 2011). Tijekom tog razdoblja se u butovima, odnosno pršutima, odvijaju degradacijske i oksidacijske promjene na mastima koje rezultiraju razvojem arome. Međutim, pretjerana oksidacija dovodi do razvoja slobodnih radikala koji negativno djeluju na fizikalno-kemijska i senzorna svojstva pršuta. Nezasićene masne kiseline su zbog dvostruke veze sklonije tim promjenama za razliku od zasićenih masnih kiselina koje su mnogo stabilnije (Gandemer, 2002). Stoga možemo zaključiti da su butovi muških kastrata zbog većeg sadržaja SFA pogodniji za proizvodnju pršuta.

## Zaključci

Rezultati ovog istraživanja pokazuju da spol svinja ima izražen utjecaj na sadržaj masti i sastav masnih kiselina dalmatinskog pršuta. U uzorcima dalmatinskog pršuta utvrđen je značajno veći sadržaj masti ( $P < 0,001$ ) i zasićenih masnih kiselina ( $P < 0,0001$ ) u muških kastrata. Sadržaj polinezasićenih masnih kiselina te n-6 i n-3 masnih kiselina bio je značajno veći kod nazimica. Dobiveni udjeli i kvocijenti masnih kiselina upućuju na zaključak da su pršuti nazimica pogodniji za ljudsku prehranu. Međutim, s tehnološkog stajališta su pršuti muških kastrata zbog većeg sadržaja zasićenih masnih kiselina prikladniji za proizvodnju dalmatinskog pršuta.

## Literatura

- Alonso V., del Mar Campo M., Español S., Roncalés P., Beltrán J.A. (2009). Effect of crossbreeding and gender on meat quality and fatty acid composition in pork. *Meat Science* 81:209-217.
- Armero E., Barbosa J.A., Toldra F., Baselga M., Pla M. (1999). Effects of the terminal sire type and sex on pork muscle cathepsins (B, B+L and H), cysteine protease inhibitors and lipolytic enzyme activities. *Meat Science* 51:185-189.
- Barton-Gade P. A. (1987). Meat and fat quality in boars, castrates and gilts. *Livestock Production Science* 16:187-196.
- Csapo J., Husveth F., Csapo-Kiss Z., Varga-Visi E., Horn P. (2000). Fatty acid composition and cholesterol content of the fat of pigs of various genotypes. *Agriculture* 6:64-67.
- De Smet S., Raes K., Demeyer D. (2004). Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: A review. *Animal Research* 53:81-98.
- Fernández M., Ordóñez J.A., Cambero I., Santos C., Pin C., de la Hoz L. (2007). Fatty acid compositions of selected varieties of Spanish dry ham related to their nutritional implications. *Food Chemistry* 101:107-112.
- Gandemer G. (2002). Lipids in muscles and adipose tissues, changes during processing and sensory properties of meat products. *Meat Science* 62:309-321.
- ISO 1444 (1973). Determination of free fat content in meat and meat products. International Organization for Standardization. Geneva.
- Kos I. (2011). Fizikalno-kemijska i senzorna svojstva dalmatinskog pršuta različitih genotipova svinja. Doktorski rad. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet.
- Latorre M. A., Lázaro R., Gracia M. I., Nieto M., Mateos G. G. (2003). Effect of sex and terminal sire genotype on performance, carcass characteristics, and meat quality of pigs slaughtered at 117 kg body weight. *Meat Science* 65:1369-1377.
- Ramírez R., Cava R. (2007). Carcass composition and meat quality of three different Iberian\* Duroc genotype pigs. *Meat Science* 75:388-396.
- SAS Institute (2002). SAS Version 9.1. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Serrano M. P., Valencia D. G., Nieto M., Lázaro R., Mateos G. G. (2008). Influence of sex and terminal sire line on performance and carcass and meat quality of Iberian pigs reared under intensive production systems. *Meat Science* 78:420-428.
- WHO (2003). Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a joint WHO/FAO Expert Consultation. *WHO Technical Report Series* 916, Geneva.
- Wood J.D., Richardson R.I., Nute G.R., Fisher A.V., Campo M.M., Kasapidou E., Sheard P.R., Enser M. (2003). Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science* 66:21-32.
- Zhang S., Knight T.J., Stalder K.J., Goodwin R.N., Lonergan S.M., Beitz D.C. (2007). Effect of breed, sex and halothane genotype on fatty acid composition of pork Longissimus muscle. *Journal of Animal Science* 85:583-591.

sa2012\_0715

# Utjecaj spola na klaoničke pokazatelje i fizikalna svojstva buta

Ivica KOS, Romano BOŽAC, Ivan ŠIRIĆ, Boro MIOČ, Jurica MESARIĆ

Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska  
(e-mail: ikos@agr.hr)

## Sažetak

Cilj ovog rada bio je utvrditi utjecaj spola na klaoničke pokazatelje svinja i fizikalna svojstva buta namijenjenog proizvodnji dalmatinskog pršuta. U istraživanju su korišteni tropasminski križanci žive mase cca 150 kg od kojih je slučajno izabrano 20 nazimica (N) i 20 muških kastrata (K). Istraživanjem je utvrđena značajno veća debljina slanine trupova K ( $P < 0,05$ ) i veća debljina slabinskog dijela mišića trupova N ( $P < 0,05$ ). Masa i udio obrađenog buta u polovici su bili značajno veći u N. Obradom podataka nije utvrđena razlika u vrijednostima pH ni pokazateljima boje butova. Stoga možemo zaključiti da spol nije utjecao na fizikalna svojstva buta, već samo na klaoničke pokazatelje trupova svinja.

Ključne riječi: spol, klaonički pokazatelji, but, pH vrijednost

## Effect of gender on carcass traits and physical properties of raw ham

### Abstract

The aim of this paper was to determine the effect of gender on carcass traits and physical properties of raw ham. Three-way crossbreeds at live weight of cca. 150 kg were used, from which 20 carcass halves of gilts (N) and 20 of barrows (K) were randomly selected. It is determined that fat thickness was significantly higher in K ( $P < 0.05$ ) while N had significantly higher muscle depth ( $P < 0.05$ ). Trimmed ham weight and yield was significantly higher in N. There were no differences in pH values and color indicators between gender classes. It can be concluded that gender did not affect physical properties of raw ham but it affected carcass traits.

Key words: gender, carcass traits, ham, pH value

### Uvod

Proizvodnja mesa u svijetu se uglavnom temelji na uzgoju plemenitih pasmina svinja koje se uzgajaju primjenom suvremenih tehničkih i tehnoloških postupaka. Takva proizvodnja svinja ima cilj poboljšati prirast, konverziju hrane, konformaciju trupa i prinos mesa radi usvajanja zahtjeva potrošača (Virgili i Schivazappa, 2002). U prilog tome je određivanje vrijednosti trupova svinja prema mesnatosti u Republici Hrvatskoj, pri čemu će veću vrijednost imati trupovi smanjene debljine slanine (NN 2/09, 2009). Postizanje tih ciljeva može rezultirati smanjenjem tehnoloških i senzornih karakteristika mesa što može biti presudno u proizvodnji suhomesnatih proizvoda (Virgili i Schivazappa, 2002). Poznato je da spol ima značajan utjecaj na klaoničke pokazatelje, odnosno trupovi muških kastrata imaju veću debljinu slanine, a trupovi nazimica veću debljinu slabinskog dijela mišića *m. longissimus dorsi* (MLD) (Latorre i sur., 2004; Mas i sur., 2010; Peloso i sur., 2010). Međutim, u proizvodnji trajnih suhomesnatih proizvoda je važno poznavati i fizikalna svojstva koja su bitna za pravilno odvijanje tehnološkog procesa. Stoga je cilj ovog rada bio utvrditi utjecaj spola na

klaoničke pokazatelje i fizikalna svojstva buta svinja većih završnih masa namijenjenih proizvodnji dalmatinskog pršuta.

### Materijal i metode

U istraživanju su korišteni tropasminski križanci žive mase cca 150 kg od kojih je slučajno izabrano 20 nazimica (N) i 20 muških kastrata (K). Križanci su uzgajani u istim uvjetima i hranjeni istom komercijalnom smjesom. Na liniji klanja svinja izvršeno je mjerenje debljine slanine i slabinskog dijela MLD-a prema „metodi dvije točke“ Pravilnika o kakvoći svinjskih trupova i polovica (NN 2/09, 2009). Debljina slanine je izmjerena u milimetrima zajedno s kožom na križima na najtanjemu mjestu, odnosno gdje *m. glutaesus* najviše zalazi u slaninu. Debljina slabinskog dijela MLD-a je izmjerena u milimetrima kao najkraća veza između prednjega (kranijalnog) završetka *m. glutaesus medius* i gornjeg (dorzalnog) ruba kralježničkoga kanala. Nakon hlađenja polovica izvršeno je odvajanje i obrada butova za proizvodnju dalmatinskog pršuta te je uslijedilo njihovo vaganje. Mjerenje pH vrijednosti je izvršeno pomoću prijenosnog pH-metra IQ 150 (IQ Scientific Instruments, USA) opremljenim ubodnom elektrodom BlueLine 21pH (Schott AG, Germany). Neposredno nakon klanja (1 sat post mortem) mjerena je pH vrijednost (pH1) svakog buta na *m. gracilis* (MG) i *m. semimembranosus* (SM). Nakon 24-satnog hlađenja svinjskih polovica ponovljeno je mjerenje pH vrijednosti buta (pH24) na mišićima MG i SM. Pokazatelji boje mesa su mjereni pomoću kolorimetra Chroma Meter CR 410 (Konica Minolta, Japan) s 50 mm dijametarskim područjem mjerenja i spektrom boja L\*, a\*, b\* uz standardnu iluminaciju za meso D-65. Mjerenje pokazatelja boje je izvršeno na svježem mesu nakon obrade butova (24 sata od klanja) na mišiću *m. biceps femoris* (BF) s vremenom stabilizacije boje od 30 min. Dobiveni podaci su obrađeni statističkim paketom SAS V9.1 (SAS Institute, 2002) primjenom GLM procedure sa spolom kao fiksnim utjecajem.

### Rezultati i rasprava

U tablici 1 je prikazan utjecaj spola na klaoničke pokazatelje i masu obrađenog buta. Prosječna klaonička masa trupova muških kastrata i nazimica je bila gotovo identična. Debljina slabinskog dijela MLD-a je očekivano bila značajno veća kod trupova nazimica za 4,4%, što je slično rezultatima Masa i sur. (2010) te Pelosa i sur. (2010). Trupovi muških kastrata imali su značajno veću debljinu slanine u odnosu na nazimice za 18,4%, što je slično rezultatima Pelosa i sur. (2010) koji su utvrdili razliku od 14,9 do 21,7%. Dobivena razlika u ovom istraživanju je manja nego u istraživanju Latorrea i sur. (2004) koji su utvrdili razliku od 29,4%. Slično tome, Masa i sur. (2010) su utvrdili da muški kastrati imaju za čak 34% veću debljinu slanine mjerenu na istoj anatomskej poziciji, što je velika razlika u odnosu na ovo istraživanje iako su korišteni križanci bili potomci roditelja istih pasmina. Međutim, u istraživanjima Latorrea i sur. (2004) te Masa i sur. (2010) prosječne klaoničke mase trupova muških kastrata bile su značajno veće od klaoničke mase nazimica. Latorrea i sur. (2004) dodatno utvrđuju da povećanjem klaoničke mase dolazi do značajnog povećanja debljine slanine. Stoga bi mogli pretpostaviti da je velika razlika u debljini slanine između spolova u istraživanju Latorrea i sur. (2004) te Masa i sur. (2010) dijelom rezultat razlike u klaoničkoj masi.

Tablica 1. Utjecaj spola na klaoničke pokazatelje

Pokazatelj	Spol		Razina značajnosti <sup>1</sup>
	K	N	
Klaonička masa trupa, kg	127,36 ± 2,35	127,41 ± 2,19	NZ
Debljina slanine, mm	20,45 ± 1,02	17,27 ± 0,96	*
Debljina slabinskog dijela MLD-a, mm	85,36 ± 1,20	89,14 ± 1,19	*
Masa obrađenog buta, kg	14,07 ± 0,21	14,69 ± 0,16	*
Udio obrađenog buta u polovici, %	22,25 ± 0,23	23,07 ± 0,19	**

Rezultati su izraženi kao prosjek sume najmanjih kvadrata ± standardna greška; <sup>1</sup> \*: P<0,05; \*\*: P<0,01; NZ: nije značajna; K: muški kastrati; N: nazimice

Masa obrađenog buta za proizvodnju dalmatinskog pršuta se značajno razlikovala između spolova (P<0,05), pri čemu su nazimice imale za 4,6% veću masu buta od muških kastrata usprkos gotovo identičnoj klaoničkoj masi. U istraživanju karakteristika buta namijenjenih proizvodnji pršuta Peloso i sur. (2010) utvrđuju

značajnu razliku u masi obrađenog buta između spolova, pri čemu su nazimice imale 2,9-3,3% veću masu obrađenog buta od muških kastrata.

Za razliku od rezultata ovog istraživanja, Latorre i sur. (2004) utvrdili su da nema značajne razlike između spolova u masi neobrađenog buta. Isti autori su ustanovili da povećanjem klaoničke mase dolazi do značajnog povećanja mase neobrađenog buta. Kako je u njihovom istraživanju u muških kastrata prosječna klaonička masa bila značajno veća, došlo je do povećanja mase neobrađenog buta te je izostala razlika između spolova.

Udio obrađenog buta u polovici nazimica je bio značajno veći za 3,7% od muških kastrata ( $P < 0,01$ ). Dobiveni rezultati su u skladu s prethodnim istraživanjima Leacha i sur. (1996) te Latorrea i sur. (2004) koji su tvrdili veći udio neobrađenog buta u nazimica za 5,1% uz razinu značajnosti  $P < 0,001$ . Dobivene rezultate Leach i sur. (1996) pripisuju značajno većoj masi i udjelu mišićnog tkiva u butu nazimica, što je u skladu s dobivenom većom debljinom slabinskog dijela MLD-a u ovom istraživanju (tablica 1).

Iz dobivenih rezultata možemo zaključiti da će trupovi nazimica imati veću masu i udio buta nego muški kastrati kod iste klaoničke mase, što je važno s ekonomskog stajališta. Međutim, trupovi nazimica će imati manju debljinu potkožnog masnog tkiva i veću debljinu slabinskog dijela MLD-a što može negativno utjecati na proizvodne pokazatelje (Čandek-Potokar i sur., 2002) i senzorne karakteristike pršuta (Kos, 2011).

Tablica 2. Utjecaj spola na pH vrijednost i pokazatelje boje buta

Pokazatelj	Spol		Razina značajnosti <sup>1</sup>
	K	N	
pH <sub>1</sub> MG	6,34 ± 0,05	6,40 ± 0,05	NZ
pH <sub>1</sub> SM	6,58 ± 0,06	6,57 ± 0,06	NZ
pH <sub>24</sub> MG	5,79 ± 0,07	5,73 ± 0,04	NZ
pH <sub>24</sub> SM	5,62 ± 0,05	5,57 ± 0,02	NZ
L*	53,52 ± 0,81	52,03 ± 0,49	NZ
a*	18,05 ± 0,19	18,18 ± 0,18	NZ
b*	6,32 ± 0,33	5,59 ± 0,22	NZ

Rezultati su izraženi kao prosjek sume najmanjih kvadrata ± standardna greška; <sup>1</sup> NZ: nije značajna; K: muški kastrati; N: nazimice

Iz tablice 2 je vidljivo da nije utvrđena značajna razlika između muških kastrata i nazimica u pH vrijednosti mjerenih 1 sat (pH<sub>1</sub>) i 24 sata nakon klanja (pH<sub>24</sub>) u mišićima buta. Dobiveni rezultati su slični brojnim prethodnim rezultatima (Čandek-Potokar i sur., 2002; Mas i sur., 2010; Peloso i sur., 2010). Međutim, Latorre i sur. (2004) utvrđuju razliku u pH<sub>24</sub> vrijednosti na SM mišiću ( $P < 0,01$ ), pri čemu je značajno viša pH<sub>24</sub> vrijednost uočena u muških kastrata. Uvjeti tijekom transporta i odmora u klaonicama imaju vrlo velik utjecaj na pH vrijednost trupova te je moguće da stres različito utječe na muške kastrate i nazimice (Latorre i sur., 2004).

Pokazatelji boje buta se nisu značajno razlikovali između spolova što je u skladu s prethodnim istraživanjima Latorre i sur. (2004) te Masa i sur. (2010). Iako nije utvrđena statistički značajna razlika između spolova u vrijednosti pokazatelja L\* SM mišića, uočena je veća L\* vrijednost u muških kastrata. Slične rezultate navode Čandek-Potokar i sur. (2002) koji su utvrdili značajno veću L\* vrijednost BF mišića muških kastrata, no nisu uočili razliku između spolova kod SM mišića. Upotrebom senzorne analize Čandek-Potokar i sur. (2002) nisu utvrdili razliku u intenzitetu boje između spolova.

Peloso i sur. (2010) su ustanovili da nema razlike u boji SM mišića između spolova nekoliko genotipova svinja klanih sa 130 kg tjelesne mase. Međutim, isti autori su utvrdili da u svinja klanih sa 160 kg tjelesne mase muški kastrati imaju značajno svjetliju boju SM mišića. Peloso i sur. (2010) navode veliki značaj sadržaja intramuskularne masti na boju mesa, pri čemu meso s većim sadržajem masti ima svjetliju boju. Mnogi autori su utvrdili veći sadržaj masti u muških kastrata u odnosu na nazimice (Čandek-Potokar i sur., 2002; Latorre i sur., 2004; Mas i sur., 2010; Peloso i sur., 2010) temeljem čega možemo pretpostaviti da je sadržaj masti imao utjecaj na svjetliju boju mesa muških kastrata u ovom istraživanju.



## Zaključci

Istraživanjem je utvrđena značajno veća debljina slanine trupova muških kastrata ( $P < 0,05$ ) i veća debljina slabinskog dijela MLD-a trupova nazimica ( $P < 0,05$ ) usprkos jednakoj klaoničkoj masi. Masa obrađenog buta i udio obrađenog buta u polovici su bili značajno veći kod nazimica. Obradom podataka nije utvrđena značajna razlika u vrijednostima pH i pokazatelja boje butova između spolova. Stoga možemo zaključiti da spol nije utjecao na fizikalna svojstva buta, već samo na klaoničke pokazatelje trupova. Butovi muških kastrata su pogodniji za proizvodnju dalmatinskog pršuta, jer trupovi nazimica imaju manju debljinu potkožnog masnog tkiva i veću debljinu slabinskog dijela MLD-a što može negativno utjecati na proizvodne pokazatelje i senzorne karakteristike pršuta.

## Literatura

- Čandek-Potokar M., Monin G., Žlender B. (2002). Pork quality, processing, and sensory characteristics of dry-cured hams as influenced by Duroc crossing and sex. *Journal of Animal Science* 80:988-996.
- Kos I. (2011). Fizikalno-kemijska i senzorna svojstva dalmatinskog pršuta različitih genotipova svinja. Doktorski rad. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet.
- Latorre M.A., Lázaro R., Valencia D.G., Medel P., Mateos G.G. (2004). The effects of gender and slaughter weight on the growth performance, carcass traits, and meat quality characteristics of heavy pigs. *Journal of Animal Science* 82:526-533.
- Leach L. M., Ellis M., Sutton D. S., McKeith F. K., Wilson E. R. (1996). The growth performance, carcass characteristics, and meat quality of halothane carrier and negative pigs. *Journal of Animal Science* 74:934-943.
- Mas G., Llavall M., Coll D., Roca R., Diaz I., Gispert M., Oliver M.A., Realini C.E. (2010). Carcass and meat quality characteristics and fatty acid composition of tissues from Pietrain-crossed barrows and gilts fed an elevated monounsaturated fat diet. *Meat Science* 85:707-714.
- NN 2/09. (2009). Pravilnik o kakvoći svinjskih trupova i polovica. Narodne novine, Zagreb
- Peloso J.V., Lopes P.S., Gomide L.A.M., Guimarães S.E.F., Carneiro P.L.S. (2010). Carcass and ham quality characteristics of heavy pigs from different genetic groups intended for the production of dry-cured hams. *Meat Science* 86:371-376.
- SAS Institute (2002). SAS Version 9.1. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Virgili R. i Schivazappa C. (2002). Muscle traits for long matured dried meats. *Meat Science* 62:331-343.

sa2012\_0716

# Effect of slaughter age on meat quality of Simmental bulls and heifers

Dejan MARENČIĆ<sup>1</sup>, Ante IVANKOVIĆ<sup>2</sup>, Vinko PINTIĆ<sup>1</sup>, Nikolina KELAVA<sup>2</sup>,  
Tomislav JAKOPOVIĆ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Križevci College of Agriculture, Milislava Demerca 1, 48260 Križevci, Croatia  
(e-mail: dmarenci@vguk.hr)

<sup>2</sup>University of Zagreb, Faculty of Agriculture, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Croatia

<sup>3</sup>Agrokor d.d., Trg D. Petrovića 3, 10000 Zagreb, Croatia

## Abstract

The aim of this study was to examine the effect of slaughter age on meat quality of Simmental bulls and heifers. To compare the quality characteristics of different slaughter age, one thousand two hundred cattle were divided in two groups. Bulls were slaughtered at age of 13-14 and 17-18 months, while heifers were slaughtered at the age of 12-13 and 16-17 months. Quality indicators such as pH, EC and meat colour values were measured 24 h post-mortem on *m. longissimus dorsi*. Sex had a significant effect on beef meat quality, while different slaughter age of the cattle had slight effect. The results indicate that it is possible to increase slaughter age of Simmental bulls and heifers, without a relevant worsening of beef meat quality.

Key words: beef, slaughter age, sex, meat quality

## Utjecaj klaoničke dobi na kakvoću mesa muške i ženske simentalske junadi

### Sažetak

Cilj rada bio je ispitati utjecaj klaoničke dobi na kakvoću mesa muške i ženske simentalske junadi. U svrhu utvrđivanja kvalitativnih karakteristika klaoničke dobi, tisuću dvjesto junadi je podijeljeno u dvije skupine. Muška junad je klana u dobi od 13-14 i 17-18 mjeseci, dok je ženska junad klana u dobi od 12-13 i 16-17 mjeseci. Kvalitativni indikatori pH, EC i boje mesa mjerena su 24 sata *post-mortem* na *m. longissimus dorsi*. Spol je značajno utjecao na kakvoću junećega mesa, dok je različita klaonička dob imala mali utjecaj. Rezultati pokazuju da je moguće povećati klaoničku dob simentalskih bikova i junica, bez relevantnog pogoršanja kakvoće mesa.

Ključne riječi: juneće meso, klaonička dob, spol, kakvoća

### Introduction

Beef is very valuable animal product. In recent years a major problem which can lead to economic losses in beef chain production, has been a frequent occurrence of dark, firm, dry beef. Kropf (1980) reported that colour is probably the single greatest appearance factor that determines whether a meat cut will be purchased. Because of its importance to consumers, much emphasis has been placed on colour control (Faustman and Cassens, 1990). Consumers prefer a light pink to bright red colour and they will strongly reject dark coloured beef, believing that it is from old and sick cattle or that it is badly contaminated. Beef quality is determined by various intrinsic (breed, sex and slaughtering age) and extrinsic factors (rearing technique, transport, slaughter and post-slaughter condition, etc.) (Klont et al., 1998; Renand et al., 2001;

Kelava et al., 2008; Čubić et al., 2011; Marenčić et al., 2011). Various authors have carried out studies concerning the productive characteristics and meat quality of different breeds and different slaughter ages (Muramoto et al., 2003; Plessis and Hoffman 2007; Majoto et al., 2009; Sargentini et al., 2010), but their attention has been focussed on mature slaughter age (over 18 months). Since there is no recent data about early slaughter age (up to 18 months), the aim of this research was to evaluate the effect of slaughter age on meat quality of Simmental bulls and heifers.

### Material and methods

Six hundred Simmental bulls and six hundred heifers were used in the study. Cattle production system (housing, feeding management and nutritional status) was the same on all farms. Cattle were fed *ad libitum* with the same diet, based on maize silage and concentrates, and also had *ad libitum* access to water during the whole fattening period. From farm to slaughterhouse cattle were transported unmixed in early morning hours and the transport time was approximately 120 min. According to the slaughter age, cattle were divided in two groups; bulls were slaughtered at age of 13-14 months (n=300) and 17-18 months (n=300), while heifers were slaughtered at age of 12-13 months (n=300) and 16-17 months (n=300). The cattle were slaughtered according to a standard procedure, immediately after being unloaded. Carcasses were chilled under commercial condition at 4°C for 24 hours. As quality indicators, pH, EC and meat colour values were measured 24 hours post-mortem (plus 80 min bloom time) on the right side of *m. longissimus dorsi* removed from the area between 6<sup>th</sup> and 7<sup>th</sup> ribs. Concentration of hydrogen ions (pH) was determined with a Euteh CyberScan pH 310 instrument. Electrical conductivity (EC) was determined with a LF-Control system instrument (Würthinger, Pettenbach, Austria) in miliSiemens per centimeter (mS/cm). In order to evaluate the colour pattern, CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) values were measured (L\* (Lightness), a\* (Redness), b\* (Yellowness), C\* (Chroma) and h\* (Hue)) using Minolta Chroma Meter CR-410 (Minolta Co., Ltd., Japan), with a 50-mm-diameter measurement area. The colour spectrum was determined under standard D65 illumination. Carcass traits (carcass weight, fat score) were measured by Aggroinspekt d.o.o., while net weight gain was calculated. Statistical analysis was carried out using the GLM procedure (SAS 1999) with a fixed effect of sex and slaughter age. Mean separation were performed using the Tukey (HSD) multiple range test for significant main effect.

### Results and discussion

In the study, heifers had significantly lower warm carcass weight, net weight gain, while bulls had significantly lower fat score (Table 1). Our results confirm previous conclusion (Page et al., 2001; Tatum et al., 2007) that compared to bulls, heifers slow down in muscles gain earlier, and also start earlier to accumulate fat thickness.

The study shows that heifers had significantly lower muscle pH, EC value and higher L\*, b\* and h\* values, while bulls had significantly higher pH, EC, a\* and C\* values (P<0.001). Our findings agree with Page et al. (2001) and Wolf and Wise (1997), who also reported that bulls produced meat with higher pH value and lower L\* and b\* values. In our study, heifers produced significantly lighter and more yellow meat. Some authors (Voisinet et al., 1997; Wulf et al., 1997; Page et al., 2001; Tatum et al., 2007) found that heifers typically produced carcasses with higher marbling score, which affected the L\* and b\* values. Aldai et al. (2006) reported that cattle with higher intramuscular fat content (marbling) had lower results for juice loss and EC.

In general, the results indicate that as slaughter age in cattle increases, net weight gain, fat score and colour parameters L\* decrease, while carcass weight, pH value, a\*, b\*, C\* and h\* slightly increase (Table 2). Different slaughter age had a slight effect on pH, EC, and colorimetric readings, which is in line with several groups of authors, who also found that different slaughter age had slight effect on pH value and colorimetric readings (Fungi et al., 1994; Prezioso and Russo 2004). In bulls' meat, delayed slaughter age from 13-14 up to 17-18 months induced significantly lower L\* value (P<0.05), while pH, EC, a\*, b\*, C\* and h\* did not have a significant influence. In heifers' meat, delayed slaughter age from 12-13 up to 16-17 months had slight effect on pH, EC and colour (P>0.05). These results agree with Funghi et al. (1994), who found that only L\* significantly decreases with the increase of slaughter age. In contrast, Prezioso and Russo (2004) found that delayed slaughter age induced significantly higher value of a\* and C\*, while pH, L\*, b\* and h\* were not influenced by age. Sergatini et al. (2010) found that prolonged slaughter age significantly decreases L\*, and

significantly increases  $b^*$  and  $C^*$  value. Plessis and Hoffman (2007) observed that delayed slaughter age significantly increases pH and  $a^*$  value, significantly decreases  $L^*$  value and slightly increases  $b^*$  value.

Table 1. Descriptive statistics of carcass traits and meat quality of Simmental bulls and heifers (n=600/sex).

Parameters	sex	$\bar{x}$	sd	min	max	CV
Carcass traits						
Carcass weight (kg)	bulls	361.4a	40.58	207.0	467.0	11.24
	heifers	270.9b	20.54	171.0	333.0	7.62
Net weight gain (kg)	bulls	0.767a	0.127	0.343	1.273	16.40
	heifers	0.624b	0.089	0.357	0.905	13.33
Fat score	bulls	3.04a	0.52	2.00	4.00	16.98
	heifers	3.21b	0.49	2.00	5.00	15.39
Meat quality						
pH	bulls	5.61a	0.13	5.45	6.73	2.28
	heifers	5.57b	0.07	5.41	6.10	1.28
EC	bulls	7.28a	1.42	2.60	11.50	19.43
	heifers	4.82b	1.27	1.50	10.20	26.45
$L^*$	bulls	42.17a	2.58	33.17	54.89	6.11
	heifers	43.70b	1.95	35.48	50.44	4.46
$a^*$	bulls	29.32a	1.70	22.01	34.79	5.79
	heifers	28.79b	1.54	21.75	35.18	5.35
$b^*$	bulls	11.49a	1.29	6.92	14.62	11.22
	heifers	11.74b	1.00	6.83	14.84	8.53
$C^*$	bulls	31.51a	1.99	23.36	37.66	6.32
	heifers	31.08b	1.74	23.26	38.00	5.62
$h^*$	bulls	21.37a	1.52	15.19	32.23	7.09
	heifers	22.15b	1.14	17.07	31.84	5.16

Different letters in the same column indicate significant differences, ( $P < 0.001$ ).

Table 2. Effect of slaughter age on muscle pH, EC, colours and carcasses traits (n=300/sex/slaughter age).

Parameters	Bulls		Heifers	
	13 – 14 mo.	17-18 mo.	12 – 13 mo.	16 – 17 mo.
Carcass traits				
Carcass wt, kg.	357.63±2.68	365.21±2.68	268.25±1.21	273.60±1.21
Net weight gain, kg	0.847a±0.007	0.687b±0.007	0.701a±0.003	0.545b±0.003
Fat score	3.09a±0.04	2.98b±0.04	3.22±0.03	3.19±0.03
Meat quality				
pH	5.59±0.09	5.62±0.09	5.57±0.004	5.58±0.004
EC	7.41±0.10	7.14±0.10	4.82±0.08	4.83±0.08
$L^*$	42.55a±0.18	41.78b±0.18	43.74±0.12	43.66±0.12
$a^*$	29.17±0.12	29.48±0.12	28.64±0.09	28.93±0.09
$b^*$	11.38±0.09	11.60±0.09	11.67±0.06	11.83±0.06
$C^*$	31.32±0.14	31.69±0.14	30.93±0.10	31.25±0.10
$h^*$	21.33±0.11	21.42±0.11	22.10±0.07	22.19±0.07

Different letters in the same row indicate significant differences, ( $P < 0.05$ )

## Conclusion

The study shows that sex had considerably higher effect on beef meat quality, while delayed slaughter age in bulls and heifers had a slight effect. The results indicate that it is possible to increase slaughter age of Simmental bulls and heifers, without a relevant worsening of beef meat quality.

## **References**

- Aldai N., Murray B.E., Martinez A., Olivan M., Troy D.J., Osoro K. (2006). The influence of breed and mh-genotype on carcass conformation, meat physico-chemical characteristics, and fatty acid profile of muscle from yearling bulls. *Meat Science* 72:486-495
- Čubić E., Konjačić M., Kelava N., Ivanković A., Jakopović T. (2011). Boja mesa različito držane simentalske junadi. Proceedings. 46<sup>th</sup> Croatian and 6<sup>th</sup> International Symposium on Agriculture, Opatija 833-836.
- Faustman C., Cassens R.G., (1990). The biochemical basis for discoloration in fresh meat: A review. *Journal of Muscle Foods* 1:217-243.
- Fungi R., Pugliese C., Bozzi R., Lucifero M., (1994). Evaluation of performance of Chianina young bull from 6 to 24 months. Proceedings. 7<sup>th</sup> International Congress on Italian beef cattle contest, Perugia 81-86.
- Kelava N., Konjačić M., Jakopović T., Kos I., Ivanković A., Marenčić D. (2008). Procjena korekcijskih faktora stabilizacije boje mesa. *Stočarstvo* 62(6):449-462.
- Klont R.E., Brocks L., Eikelenboom G. (1998). Muscle fiber type and meat quality. *Meat Science* 49:219-229.
- Kropf D.H. (1980). Effects of retail display conditions on meat color. U: Proceedings of Reciprocal Meat Conference, West Lafayette, Indiana 33:15-32.
- Majoto S., Zaujec K., Gondekova M. (2009). Effect of Age at slaughter on quality of carcass and meat in cows. *Slovak Journal of Animal Science* 42(1):34-37.
- Marenčić D., Ivanković A., Pintić V., Kelava N., Jakopović T. (2011). Effect of the transport duration time and season on some physicochemical properties of beef meat. *Archiv Tierzucht* (in press).
- Muramoto T., Shibata M., Nakanishi N. (2003). Effect of Slaughter Age on Beef Color Stability during Display of Four Muscles from Japanese Black Steers. *Asian-Australasian Journal of Animal Science* 16(9):1364-1368.
- Page J.K., Wulf D.M., Schwotzer T.R., (2001). A survey of beef muscle color and pH. *Journal of Animal Science* 79:678-687.
- Plessis I., Hoffman L.C. (2007). Effect of slaughter age and breed on the carcass traits and meat quality of beef steers finished on natural pasture in the arid subtropics of South Africa. *South African Journal of Animal Science* 37(3):143-153.
- Preziuso G., Russo C. (2004). Meat quality traits of longissimus thoracis, semitendinosus and triceps brachii muscles from Chianina beef cattle slaughtered at two different ages.
- Renand G., Picard B., Touraille C., Berge P., Lepetite J. (2001). Relationships between muscle characteristics and meat quality traits of young Charolais bulls. *Meat Science* 59:49-60.
- Sargentini C., Bozzi R., Lorenzini G., Degl'Innocenti P., Martini A., Giorgetti A. (2010). Productive performances of Maremmana young bulls reared following organic rules and slaughtered at 18 and 24 months of age. *Italian Journal of Animal Science* 9(31):163-168.
- SAS (1999). SAS Software, Sas Institute Inc., Cary, North Carolina, USA.
- Tatum J.D., Gruber S.L., Schneider B.A. (2007). Pre-Harvest factors affecting beef tenderness in heifers. Executive summary, Department of Animal Science, Colorado state University.
- Voisinet B.D., Grandin T., O'Connor S.F., Tatum J.D., Deesing M.J. (1997). Bos Indicus-cross feedlot cattle with excitable temperaments have tougher meat and higher incidence of borderline dark cutters *Meat Science* 46:367-377.
- Wulf D.M., O'Connor S.F., Tatum J.D., Smith G.C. (1997). Using objective measures of muscle color to predict beef longissimus tenderness. *Journal of Animal Science* 75:684-692.

## **Acknowledgments**

This research was supported by PIK Vrbovec Company d.d. The authors thank V. Garašanin, D. Ardalić, I. Prka and D. Jambrač for technical support.

s22012\_0717

# Linearno ocjenjivanje bikova Charolais pasmine

Goran PERČULIJA, Marina VRANIĆ, Josip LETO, Hrvoje KUTNJAK, Krešimir BOŠNJAK, Mateja ČAGALJ, Andreja BREZOVEČKI

Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska  
(e-mail: gperculija@agr.hr)

## Sažetak

Cilj istraživanja bio je komisijskom prosudbom ocijeniti vanjštinu mladih Charolais bikova namjenjenih za daljnji rasplod. Najviše bikova (83%) za mišićnu razvijenost imalo je ocjenu 55-75 bodova, dok je 7% bikova imalo ocjenu veću od 76 bodova. S obzirom na razvijenost skeleta najveći broj bikova (74%) imao je raspon ocjena od 61-76 dok je 16% bikova imalo ocjenu veću od 77 bodova. U pogledu funkcionalnih svojstava većina istraživanih bikova (71%) imao je ocjenu između 63-75 bodova dok je 11% bikova imalo ocjenu veću od 76 bodova.

Ključne riječi: bikovi, Charolais, ocjenjivanje vanjštine, sustav krava-tele

## Linear scoring of Charolais bulls

### Abstract

The aim of this study was to score the exterior features of young Charolais bulls by the commission judgment. The bulls were intended for further breeding in natural mating or by the artificial insemination. The most of 67 bulls involved in the investigation (83%) achieved 55-75 points for muscle development, while 7% of them reached more than 76 points. When considering the skeleton development, the biggest bulls (74%) scored 61-76 points while 16% of the bulls reached more than 77 points. In terms of the functional properties, the most of the bulls (71%) scored 63-75 points, while 11% of them reached more than 76 points.

Key words: bulls, Charolais, body measurements, cow-calf system

### Uvod

Sustav «krava-tele» je tehnološki sustav namjenske proizvodnje teladi za tov. Zasniva se na mesnim pasminama ili kombiniranim pasminama križanim s mesnim pasminama. Sirovinsku osnovicu sustava «krava-tele» čine travnjaci i jeftinija voluminozna krma. Tijekom zimskog razdoblja goveda se drže u stajama i hrane voluminoznom krmom (travna silaža, kukuruzna silaža, sijeno, razne vrste slama) i minimalnim količinama koncentrata, a tijekom ljeta na pašnjaku u pravilu bez prihrane (Perčulija, 2006). Osnovicu proizvodnje goveđeg mesa u Republici Hrvatskoj čini telad koja potječe od krava namijenjenih proizvodnji mlijeka (dominantno krave Simentalske pasmine i Holstein pasmine) i telad iz uvoza. Zbog posljedica rata i negativnih trendova u govedarstvu dolazi do pada broja teladi raspoložive za tov, a zbog sve naglašenije specijalizacije u proizvodnji mlijeka dio teladi manje je pogodan za tov. Deficit u broju teladi za tov u ovom se trenutku, rješava uvozom teladi upitne kakvoće. Godišnje se u Republiku Hrvatsku uvozi od 100.000 – 120.000 teladi za tov (Knežević i sur. 2004). Na ekonomičnost proizvodnje sustava «krava-tele» u najvećoj mjeri utječe hranidba. Troškovi hranidbe usko su povezani sa sezonom teljenja. Zbog toga se u sustavu «krava-tele» prakticira sezonsko teljenje. Sezona teljenja uvjetovana je klimatskim prilikama, uvjetima za proizvodnju dovoljnih količina hrane za zimu, kvaliteti i produktivnosti pašnjaka, trajanju zimskog i pašnog razdoblja (Theriez i sur.,1994) ali isto tako i zahtjevima tržišta. Uvođenjem mesnih pasmina, kao i

tehnologije uzgoja krava-tele u hrvatsko govedarstvo, javlja se potreba za izradu kriterija za procjenu proizvodnih svojstava kod bikova mesnih pasmina odnosno protokola za provođenje performance testa za bikove mesnih pasmina. Izbor bikova na osnovi njihovih kvalitativnih karakteristika od posebnog su značenja u uzgojno-selekcijским programima, te imaju važnu ulogu u procesu proizvodnje novih generacija rasplodnih bikova testiranih na vlastiti rast i razvitak. Charolais pasmina je zbog svojih vrlo dobrih tovnih i mesnih osobina raširena gotovo u cijelom svijetu gdje se osim u uzgoju u čistoj krvi koristi i kao terminalna pasmina u uporabnom križanju radi proizvodnje visokokvalitetne teladi za tov (Perčulija, 2011). U Hrvatskoj se Charolais pasmina značajnije pojavljuje krajem 80-tih i početkom 90-tih godina 20. stoljeća i trenutno je veličina populacije oko 1 160 krava. Sustav ocjenjivanja vanjštine mesnih pasmina goveda u Republici Hrvatskoj proizlazi iz francuskog modela ocjenjivanja mesnih pasmina goveda koji se primjenjuje u većini europskih država. Ocjenjivanje vanjštine mesnih goveda ima veliku važnost iz dva razloga. Tjelesne karakteristike u usporedbi s genetskim su dobro povezane, a heritabilitet za pojedinačne karakteristike iznosi oko 0,30. Iz ocjene vanjštine mesnih pasmina proizlazi i dobra povezanost između ocjena vanjštine i proizvodnih karakteristika (Čepon i Simčić, 2009).

### Materijal i metode

Linearno ocjenjivanje bikova Charolais pasmine se provodilo u Centru za travnjaštvo Agronomskog fakulteta u Zagrebu, u razdoblju od pet godina (2006.-2010.). Ukupno je u istraživanje bilo uključeno 67 bikova. Sustav ocjenjivanja vanjštine Charolais pasmine goveda obuhvaća pet grupa svojstava: mišićna razvijenost, razvijenost skeleta, funkcionalna svojstva, pasminska svojstva, opća (ostala) svojstva. S ocjenama od 1 do 10 ocjenjujemo izraženost promatranih svojstava. Ocjena 1 znači najmanje izraženu, a ocjena 10 maksimalno izraženu osobinu.

Pojedinačna svojstva su sastavljena od više zasebnih ocjena uključenih u pojedino svojstvo. Unutar svakog svojstva je broj uključenih ocjena bio različit, pa se iz tog razloga zajednička ocjena za pojedino svojstvo izražavala u postotku od maksimalnog broja bodova.

Mišićna razvijenost – 70 bodova = 100 %

Razvijenost skeleta – 60 bodova = 100 %

Funkcionalna svojstva – 50 bodova = 100 %

Funkcionalne osobine su one koje posredno utječu na priraste samih životinja i na ekonomičnost proizvodnje. U te osobine ulaze ocjene za prednje i stražnje noge, skladnost tijela, izraženost leđne linije i širina gubice kao indirektno mjerilo konzumacijske sposobnosti svakog grla.

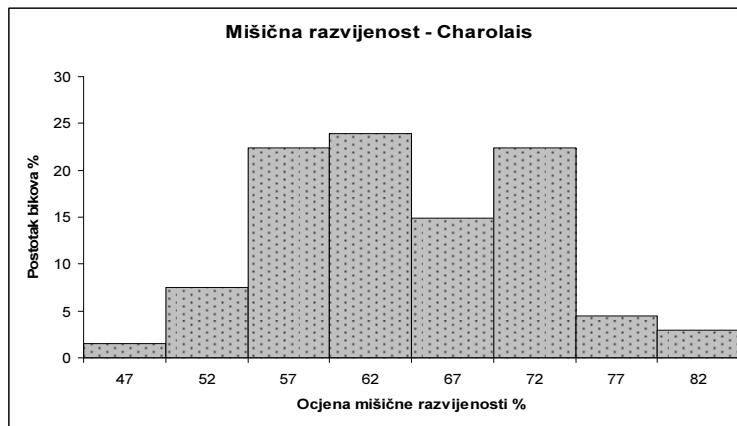
Linearno ocjenjivanje u biološkom smislu znači da se u populaciji nalaze sve životinje koje su ocjenjene s minimalnim i maksimalnim ocjenama te da su raspoređene po normalnoj distribuciji. Dobiveni rezultati statistički su obrađeni primjenom statističkog paketa SAS (1999).

### Rezultati i rasprava

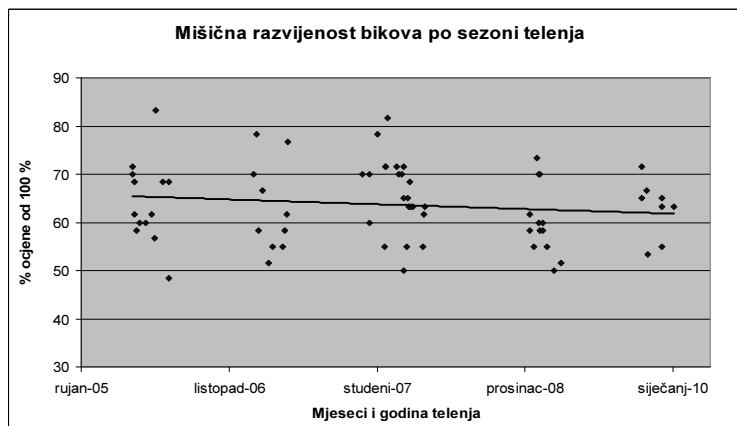
U ovom istraživanju su prikazani rezultati linearne ocjene razvijenosti bikova Charolais pasmine. Bikovi su ocjenjivani u starosti 12-16 mjeseci, nakon što su završili field test i zadovoljili minimalne uvjete postavljene za Charolais pasminu. Zbog relativno male populacije čistokrvnih bikova Charolais pasmine u RH moguće je prikazati samo distribuciju ocjena svakog pojedinog svojstva koji se ocjenjuju linearnom ocjenom vanjštine (Histogram 1-3). Za korektnu ocjenu je potrebno poznavati i biološke zakonitosti, naročito zakonitosti rasta pojedinih dijelova tijela koji se pojedinačno ocjenjuju. Analize drugih autora i ocjenjivača govore da poznavanje utjecaja starosti životinja na ocjene pojedinih svojstava i njihovo uključivanje u statistički model u prosjeku pojašnjava između 0,5-2% ukupne varijabilnosti ocjena.

Tablica 1. Ocjene bikova Charolais pasmine

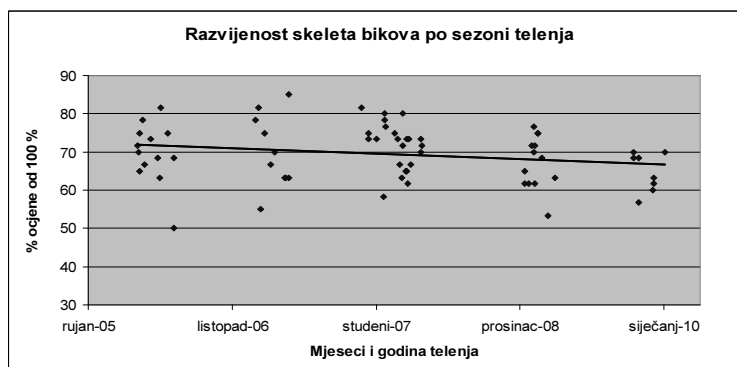
	Mišićna razvijenost	Razvijenost skeleta	Funkcionalna svojstva
n	67	67	67
x	63,71	69,38	67,50
Min.	48	50	58
Max.	83	85	83
SD	7,91	7,29	6,00
SEM	0,97	0,89	0,73
CV	12,42	10,50	8,89



Histogram 1: Distribucija ocjena za mišićnu razvijenost bikova



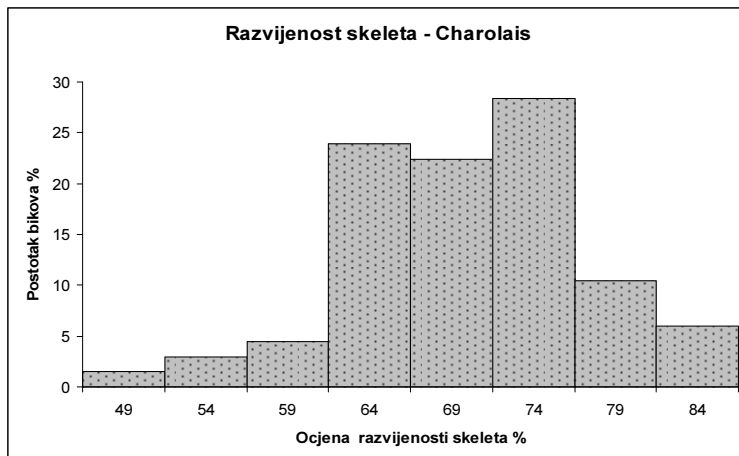
Graf 1. Mišićna razvijenost Charolais bikova po sezoni i godini teljenja



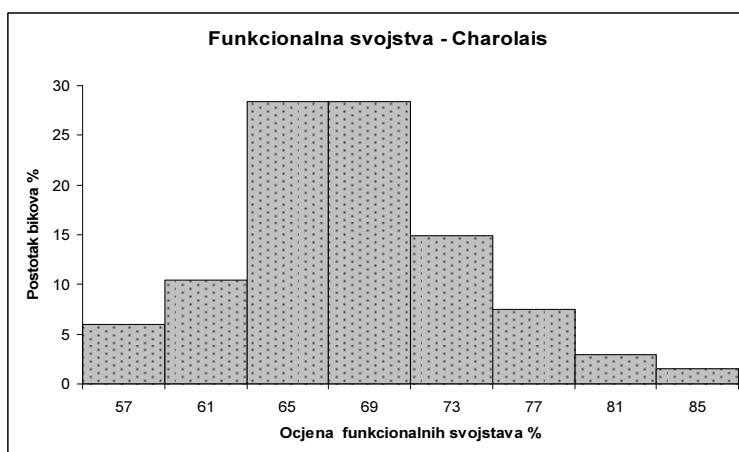
Histogram 2. Distribucija ocjena za razvijenost skeleta bikova



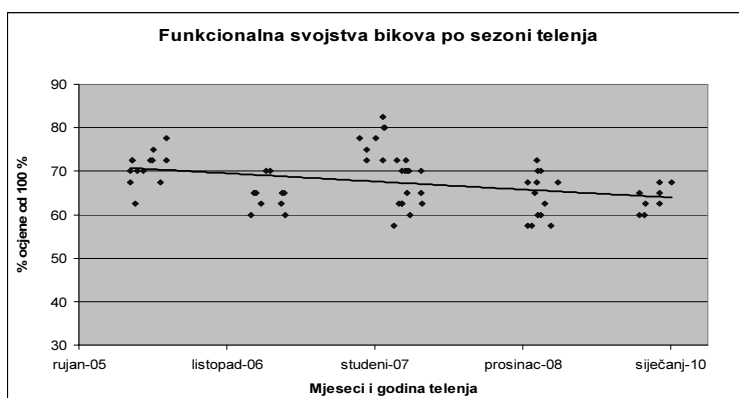
## Linear scoring of Charolais bulls



Graf 2. Razvijenost skeleta Charolais bikova po sezoni i godini teljenja



Histogram 3. Distribucija ocjena za funkcionalna svojstva bikova



Graf 3. Funkcionalna svojstva Charolais bikova po sezoni i godini teljenja

Ocjene mišićne razvijenosti bikova Charolais pasmine od 2005.-2010. godine imale su blagi trend pada što se može objasniti većim brojem životinja koje su svake godine ulazile u test jer se išlo na povećanje broja čistokrvnih bikova koji se uključuju u prirodni pripust na obiteljskim poljoprivredni gospodarstvima koja se bave uzgojem goveda u sustavu krava-tele. Za očekivati je da se ovaj trend neće nastaviti već da će u narednim godinama početi rasti jer će se smanjiti pritisak na povećanje stada i u test će ulaziti sve kvalitetniji

bikovi. Najviše bikova (83%) za mišićnu razvijenost imalo ocjenu 55-75 bodova, dok je 7% bikova imalo ocjenu veću od 76 boda. Koeficijent varijacije za mišićnu razvijenost je iznosio 12,42%.

Kada se promatra razvijenost skeleta može se zaključiti da je najveći broj bikova (74%) imao raspon ocjena od 61-76 dok je 16% bikova imalo ocjenu veću od 77 bodova. Razvijenost skeleta je osobina koja se kod mesnih pasmina goveda u kratkom vremenskom periodu nebi smjela puno mijenjati. Selekcija mesnih goveda se temelji na odabiru dva tipa životinja, za uzgoj i za tov. Kod životinja za uzgoj je poželjno povećanje okvira životinja (skeleta) dok kod životinja za tov to nije primarni cilj. Koeficijent varijacije za razvijenost skeleta je iznosio 10,50%.

U pogledu funkcionalnih svojstava najveći broj bikova (71%) imao je ocjenu između 63-75 bodova dok je 11% bikova imalo ocjenu veću od 76 bodova. Koeficijent varijacije za funkcionalna svojstva je iznosio 8,89%.

### Zaključci

Na temelju ovog istraživanja u kojem je ocjenjeno 5 generacija bikova može se zaključiti da najviše bikova (83%) za mišićnu razvijenost imalo ocjenu 55-75 bodova, dok je 7% bikova imalo ocjenu veću od 76 bodova. Obzirom na razvijenost skeleta najveći broj bikova (74%) imao je raspon ocjena od 61 do 76 dok je 16% bikova imalo ocjenu veću od 77 bodova. U pogledu funkcionalnih svojstava najveći broj bikova (71%) imao je ocjenu između 63-75 bodova dok je 11% bikova imalo ocjenu veću od 76 bodova.

### Literatura

- Čepon, M., Simčič, M. (2009). Ocenjevanje in spreminjanje lastnosti zunanosti mesnih pasem govedi. Izvedba STRP za šarole in limuzin pasmo v Sloveniji, str. 1-8.
- Knežević, M., Perčulija, G., Bošnjak, K., Vranić, M., Leto, J. (2004). Prilagodba proizvodnje goveđeg mesa uvjetima EU. Prvo savjetovanje uzgajivača goveda u Republici Hrvatskoj, Hrvatski stočarski centar, str. 66-75.
- Knežević, M., Perčulija, G., Bošnjak, K., Leto, J., Vranić, M. (2005). Tehnološko-tehničke osnove sustava krava tele. Drugo savjetovanje uzgajivača goveda u Republici Hrvatskoj, Hrvatski stočarski centar, str. 28-33.
- Perčulija, G., Knežević, M., Bošnjak, K., Leto, J., Vranić, M. (2006). Dnevni prirasti teladi Charolais pasmine do odbića Zbornik radova/ 41. hrvatski i 1. međunarodni znanstveni simpozij agronoma, Opatija, str. 643-644.
- Perčulija, G. (2011). Uzgoj goveda u sustavu krava tele. *Gospodarski list*, 170(11):37-48.
- SAS (1999). SAS Version 8. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Theriez, M., Petit, M. and Martin-Rosset W. (1994). Caractéristiques de la conduite des troupeaux allaitants en zones difficiles. *Ann. Zootech.* 43:33-47.

sa2012\_0718

# Morfologija vimena i mliječnost paške ovce

Zvonimir PRPIĆ<sup>1</sup>, Boro MIOČ<sup>1</sup>, Ivan VNUČEC<sup>1</sup>, Josip VRDOLJAK<sup>2</sup>, Vesna PAVIĆ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska

(e-mail: zprpic@agr.hr)

<sup>2</sup>MILS - Mljekara Split d.d., Komulovića put 4, 21000 Split, Hrvatska

## Sažetak

Cilj rada bio je utvrditi morfološke odlike vimena paških ovaca, kao i povezanost morfologije vimena s proizvodnjom i kemijskim sastavom mlijeka. Kontrolom mliječnosti (AT metoda) i mjerenjem morfoloških odlika vimena bilo je obuhvaćeno 111 paških ovaca. Prosječna dubina vimena paške ovce bila je 12,25 cm, širina vimena 11,40 cm, opseg vimena 32,60 cm, visina cisterne 1,56 cm, kut sisa 49,0°, duljina sisa 2,47 cm, širina sisa 1,40 cm. Laktacijska proizvodnja mlijeka značajno je utjecala na većinu analiziranih morfoloških odlika, izuzev veličine sisa. Opseg, dubina i širina vimena te širina sisa bile su u značajnoj pozitivnoj korelaciji s dnevnom proizvodnjom mlijeka te u negativnoj korelaciji sa sadržajem masti i bjelančevina u mlijeku.

Cljučne riječi: ovčje mlijeko, proizvodnja mlijeka, morfologija vimena, laktacija

## Udder morphology and milk yield of Pag sheep

### Abstract

The aim of this paper was to establish morphological udder traits of Pag sheep, as well as relationship between udder morphology and milk production and chemical composition. Milking control (AT method) and measurements of udder morphological traits were conducted on 111 Pag sheep. Mean udder depth of Pag sheep was 12.25 cm, udder width 11.40 cm, udder circumference 32.60 cm, cistern height 1.56 cm, teat angle 49.0°, teat length 2.47 cm, udder width 1.40 cm. Lactation milk yield significantly affected most of the morphological udder traits, except the teat size. The circumference, depth and width of udder and teat width were significantly positively correlated with daily milk yield and negatively correlated with fat and protein content in milk.

Key words: ewe milk, udder morphology, milk production, lactation

### Uvod

Razvijenost i oblik vimena pouzdani su pokazatelji proizvodnosti mlijeka i zdravlja vimena ovaca. Unatoč tome, sve donedavno, selekcija mliječnih ovaca bila je gotovo isključivo usmjerena na povećanje mliječnosti te na izlučivanje grla s visokom brojem somatskih stanica u mlijeku. Međutim, uslijed povećanog interesa uzgajivača za primjenom strojne mužnje te smanjenjem troškova proizvodnje, kao i zahtjeva potrošača za sigurnim i „zdravim“ proizvodima, u zemljama s razvijenim mliječnim ovčarstvom dolazi do uključivanja u uzgojne programe drugih, u selekciji važnih funkcionalnih osobina, poput, primjerice, morfologije (i zdravlja) vimena. Tako se, primjerice, u Italiji, Španjolskoj, Francuskoj i drugim zemljama, u posljednjih nekoliko godina počelo s kreiranjem uzgojnih programa u cilju povećanja mliječnosti ovaca, ali bez posljedično nepovoljnog utjecaja na morfologiju i zdravlje vimena (Rovai i sur., 1998). Međutim, navedeni cilj nije jednostavno ostvariti s obzirom da je proizvodnja mlijeka u antagonističkom odnosu s morfologijom vimena budući da se povećanjem proizvodnje mlijeka linearno povećava volumen (veličina) mliječne

žlijezde, a samim time i pritisak na suspenzorni sustav vimena (Legarra i Ugarte, 2005). Također, genetske korelacije između proizvodnje mlijeka i položaja sisa ili dubine ovčjeg vimena su slabo ( $r = 0,10$ ) do izrazito ( $r = -0,55$ ) nepoželjne (Barillet, 2007). Stoga, jednostrana i učinkovita selekcija na povećanje proizvodnje mlijeka kroz nekoliko desetljeća bi rezultirala, uz povećanje mliječnosti, nepoželjnim promjenama konformacije ovčjeg vimena, suviše obješenim vimenom i horizontalno položenim sisama, što nepovoljno djeluje ne samo na osobine muznosti, već i na zdravlje mliječne žlijezde (Barillet, 2007).

Imajući u vidu činjenicu da paška ovca s oko 30 000 grla čini najbrojniju populaciju muznih ovaca u Hrvatskoj te da ranije nije bila predmetom navedenih istraživanja, cilj ovog istraživanja je bio objektivno (mjeranjem) utvrditi morfološke odlike njihova vimena, kao i povezanost morfoloških odlika vimena s mliječnošću paških ovaca.

### Materijal i metode

Istraživanjem je bilo obuhvaćeno 111 muznih paških ovaca s tri obiteljska gospodarstva na otoku Pagu, inače, podjednake veličine stada, slične tehnologije uzgoja (hranidba, sustav i uvjeti držanja, način i broj dnevnih mužnji, sezona janjenja, trajanje sisnog i dojnog razdoblja laktacije i dr.) i ujednačene proizvodnosti stada u prethodnoj laktaciji. Istraživane čistokrvne paške ovce, od druge do četvrte laktacije, bile su simetričnog i pravilno razvijenog vimena, bez vidljivih (kliničkih) znakova mastitisa, što je utvrđeno, neposredno prije provedbe kontrola mliječnosti, pojedinačnim kliničkim pregledom vimena i organoleptičkim pregledom prvih mlazova mlijeka na crnoj podlozi. Sve odabrane ovce imale su po jedno živojanjeno (sisajuće) janje u leglu.

Tijekom razdoblja mužnje u istraživanim stadima je provedena kontrola mliječnosti primjenom AT metode (ICAR, 2003), odnosno jednokratnim ručnim izmuzivanjem svakih 30 (28-34) dana (naizmjenično jutarnja ili večernja mužnja), u uobičajeno vrijeme jutarnje i večernje mužnje. Prva kontrola mliječnosti obavljena je najranije 5, a najkasnije 30 dana po odvajanju janjeta od ovce. Kontrole mliječnosti su provedene do razdoblja prestanka sekrecije mlijeka (zasušenja), odnosno kada je ovca proizvodila manje od 100 ml mlijeka po mužnji. Ukupna proizvodnja mlijeka u laktaciji po istraživanoj ovci dobivena je izračunavanjem na temelju podataka mjesečnih kontrola mliječnosti sukladno metodi po Fleischmann-u (HPA, 2011). Pritom su grla s manje od tri mjesečne kontrole mliječnosti bila isključena iz daljnjeg istraživanja. Prilikom provedbe mjesečnih kontrola mliječnosti, od svakog pojedinog grla, u čistu plastičnu bočicu volumena 300 ml (bez dodatka konzervansa), uzet je pojedinačni uzorak mlijeka (uzorak iz cijelog vimena, odnosno iz obje polovice) za utvrđivanje osnovnog kemijskog sastava mlijeka. Prikupljeni uzorci pohranjeni su u prijenosnom hladnjaku pri temperaturi od  $+4^{\circ}\text{C}$  te su unutar 12 sati od uzimanja dostavljeni u Referentni laboratorij za mlijeko i mliječne proizvode na Agronomskom fakultetu u Zagrebu radi provedbe analiza kemijskog sastava. Primjenom metode infracrvene spektrometrije (HRN EN ISO 9622:2001) u uzorcima mlijeka određen je sadržaj mliječne masti, bjelančevina, laktoze, suhe tvari i suhe tvari bez masti (Sbm).

Mjerenja morfoloških odlika vimena provela je ista osoba, tri puta tijekom laktacije (otprilike svakih 60 dana) na dane mjesečnih kontrola mliječnosti (prva, treća i peta kontrola), najkasnije do dva sata prije početka mužnje. Izmjere morfoloških odlika vimena i sisa provedene su sukladno uputama Labussière (1988), s manjim izmjenama (umjesto volumena vimena, radi jednostavnije izvedivosti, mjereni su širina i opseg vimena, sukladno Fernández i sur. (1995)). Utvrđene su slijedeće morfološke odlike vimena i sisa: dubina vimena (udaljenost između abdominalnog zida i dna vimena); širina i opseg vimena; visina lijeve i desne mliječne cisterne (udaljenost između dna vimena i razine sisnih baza); duljina i širina lijeve i desne sise (mjereno u središnjem dijelu sise); kut lijeve i desne sise (izraženo u stupnjevima ( $^{\circ}$ ) u odnosu na okomitu liniju kroz sredinu vimena (linija između dviju polovica vimena, gledano sa stražnje strane). Položaj sisa ocijenjen je subjektivno (Fernández i sur., 1995), korištenjem raspona ocjena od 1 do 5 (pogled s lateralne strane: ocjena 1 = sise okrenute unatrag; ocjena 2 = okomito položene; ocjena 3 = blago pomaknute naprijed; ocjena 4 = pomaknute naprijed; ocjena 5 = izrazito pomaknute naprijed). Ovce na kojima su provedene manje od dvije kontrole (mjerenja) morfoloških odlika vimena bile su isključene iz daljnjeg istraživanja.

Statistička obrada podataka provedena je korištenjem statističkog programa SAS V8 (SAS STAT, 1999). Opisni statistički pokazatelji analiziranih morfoloških odlika vimena izračunati su primjenom MEANS procedure. U model s morfološkim odlikama vimena uključen je utjecaj laktacijske proizvodnje mlijeka, pri čemu su granične vrijednosti prilagođene proizvodnim odlikama paških ovaca (*niska* ( $<100$  kg), *srednja*

(100-150 kg), *visoka* (>150 kg)). Za izračun koeficijentata korelacija između analiziranih varijabli korištena je procedura CORR, a za izračun regresija procedura REG.

### Rezultati i rasprava

U tablici 1 prikazane su prosječne vrijednosti i mjere varijabilnosti morfoloških odlika vimena paških ovaca. Paške ovce se, u usporedbi s Churra ovcama (Fernández i sur., 1995) sličnih proizvodnih odlika, odlikuju vimenom znatno manjeg prosječnog opsega (32,6 : 46,6 cm) i širine (11,4 : 12,2 cm), ali veće dubine (12,25 : 10,8 cm). S obzirom na ograničenu visinu cisterne, ova mjera je imala veći koeficijent varijabilnosti nego druge odlike vimena i sisa (tablica 1), što ukazuje na poteškoće pri preciznom mjerenju ovog svojstva.

Sise paških ovaca su uglavnom ljevkastog oblika i blago pomaknute unaprijed (prosječna ocjena 3,13), slično kao i u nekih drugih mediteranskih mliječnih pasmina ovaca te su, kao takove, prikladne i za strojnu mužnju. Kut sisa paških ovaca je gotovo identičan onima utvrđenim u pasmina Lacaune (Labussière, 1988) i Churra (Fernández i sur., 1995). Prosječna duljina sisa cigaja, Karagouniko, Lacaune, Sarda, Manchega i Churra ovaca, prema Labussière (1988), je od 2,61 do 3,33 cm, dok Perez Linares i sur. (1983) navode da je prosječna širina sisa ovaca od 1,43 do 1,77 cm. Razvidno je da su prosječne dimenzije sisa istraživanih paških ovaca manje od navedenih vrijednosti (tablica 1).

Tablica 1. Morfološke odlike vimena paške ovce\*

Odlika vimena	$\bar{x}$	SD	Min	Max	CV, %
Dubina vimena (cm)	12,25	1,96	7,00	19,80	16,00
Širina vimena (cm)	11,40	1,80	7,50	17,20	15,79
Opseg vimena (cm)	32,60	4,58	21,00	47,00	14,05
Visina cisterne (cm)	1,58	0,91	0,00	5,00	57,59
Položaj sisa (ocjena)	3,13	0,70	1,00	5,00	22,36
Kut sisa (°)	49,00	13,04	17,0	83,0	26,61
Duljina sisa (cm)	2,47	0,56	1,50	4,90	22,67
Širina sisa (cm)	1,40	0,29	0,90	2,60	20,71

\*Prikazane su srednje vrijednosti morfoloških odlika lijeve i desne polovice vimena.

Očekivano, ukupna količina mlijeka proizvedenoga u laktaciji najizrazitije je, između analiziranih morfoloških odlika vimena, utjecala na mjere veličine vimena ( $P<0,001$ ), pri čemu su se ovce s većom laktacijskom proizvodnjom odlikovale vimenima većeg opsega, dubine i širine od onih s manjom proizvodnjom mlijeka (tablica 2). Usporedno s povećanjem laktacijske proizvodnje mlijeka utvrđeno je povećanje ( $P<0,05$ ) visine cisterne, a posljedično tome, i pomicanje sisa naprijed ( $P<0,001$ ) i gore ( $P<0,05$ ). U skladu s time je utvrđena pozitivna korelacija ( $P<0,05$ ) između visine cisterne i dnevne količine proizvedenoga mlijeka (tablica 3). Premda Fernández i sur. (1995) tvrde da je visina cisterne (visina vimena ispod razine sisnih baza) slabo povezana sa stvarnom (unutarnjom) površinom žljezdane cisterne vimena, Rovai i sur. (2008) su utvrdili jaku pozitivnu korelaciju između površine cisterne mjerene ultrazvučno i eksterno mjerene visine cisterne. No, bez obzira na povezanost s proizvodnjom mlijeka, visina cisterne uvelike određuje prikladnost vimena strojnoj mužnji.

Tablica 2. Morfološke odlike vimena paških ovaca različite proizvodnje mlijeka (LSM $\pm$ SE\*)

Odlika vimena	Proizvodnja mlijeka u laktaciji			Razina značajnosti
	Niska	Srednja	Visoka	
Dubina vimena (cm)	11,36 $\pm$ 0,18a	12,27 $\pm$ 0,16b	13,28 $\pm$ 0,20c	***
Širina vimena (cm)	10,76 $\pm$ 0,18a	11,31 $\pm$ 0,15b	12,43 $\pm$ 0,19c	***
Opseg vimena (cm)	30,36 $\pm$ 0,43a	33,03 $\pm$ 0,37b	34,59 $\pm$ 0,47c	***
Visina cisterne (cm)	1,33 $\pm$ 0,11a	1,68 $\pm$ 0,09b	1,78 $\pm$ 0,12b	*
Položaj sisa (ocjena)	2,66 $\pm$ 0,09a	3,23 $\pm$ 0,08b	3,52 $\pm$ 0,09c	***
Kut sisa (°)	45,56 $\pm$ 1,51a	49,47 $\pm$ 1,29ab	52,24 $\pm$ 1,64b	*
Duljina sisa (cm)	2,49 $\pm$ 0,06	2,47 $\pm$ 0,05	2,43 $\pm$ 0,06	nz
Širina sisa (cm)	1,44 $\pm$ 0,03	1,44 $\pm$ 0,03	1,46 $\pm$ 0,03	nz

\*LSM $\pm$ SE (prosjeak sume najmanjih kvadrata  $\pm$  standardna greška). a,b,c Vrijednosti u istom redu tablice različito označene značajno se razlikuju (\* $P<0,05$ ; \*\*\* $P<0,001$ ). nz: nije značajno.

Pozitivni koeficijenti korelacija ( $P < 0,001$ ) utvrđeni su između morfoloških odlika veličine vimena (opseg, dubina i širina) i dnevne proizvodnje mlijeka (tablica 3), premda je opseg vimena bio u najvišoj korelaciji s dnevnom proizvodnjom mlijeka ( $r = 0,71$ ). Utvrđene negativne korelacije između opsega, dubine te širine vimena sa sadržajem masti, bjelančevina i suhe tvari u mlijeku, mogu se, barem djelomično, objasniti negativnom povezanošću proizvodnje mlijeka sa sadržajem (%) masti i bjelančevina u mlijeku. U skladu s time su i pozitivne korelacije ( $P < 0,001$ ) između mjera veličine vimena i sadržaja laktoze u mlijeku.

Tablica 3. Koeficijenti korelacija između morfoloških odlika vimena i proizvodnje te kemijskog sastava mlijeka

Pokazatelj	Mlijeka dnevno	Mliječna mast	Bjelančevine	Laktoza	Suha tvar	Sbm
Opseg vimena	0,71***	-0,61***	-0,45***	0,43***	-0,55***	-0,25***
Dubina vimena	0,48***	-0,46***	-0,30***	0,31***	-0,40***	-0,16***
Širina vimena	0,57***	-0,46***	-0,31***	0,32***	-0,40***	-0,15***
Visina cisterne	0,10*	-0,08	-0,13**	0,02	-0,12**	-0,14**
Položaj sisa	0,08	0,03	0,03	0,04	0,05	0,04
Kut sisa	0,09	-0,01	-0,08	0,01	-0,05	-0,10*
Duljina sisa	-0,03	-0,04	-0,03	0,06	-0,05	-0,04
Širina sisa	0,15*	-0,34***	-0,20***	0,05	-0,32***	-0,18***

\* $P < 0,05$ ; \*\* $P < 0,01$ ; \*\*\* $P < 0,001$ .

U cilju praktične implementacije što ranije procjene laktacijske proizvodnje mlijeka paške ovce na temelju morfoloških odlika vimena i sisa, regresijskom analizom su, kao nezavisne varijable, korištene isključivo morfološke odlike vimena utvrđene na početku razdoblja mužnje. Međutim, morfološke odlike vimena i sisa nisu bili pouzdani procjenitelji ( $P > 0,05$ ) laktacijske proizvodnje mlijeka paške ovce s obzirom da je s pripadajućim regresijskim jednadžbama objašnjen mali dio ukupne varijabilnosti proizvodnje mlijeka ( $R^2 = 0,10-0,17$ ).

### Zaključci

Visina proizvodnje mlijeka važan je čimbenik koji određuje veličinu, oblik i razvijenost vimena paških ovaca. Pritom su, između analiziranih odlika vimena i sisa, opseg, širina i dubina vimena paških ovaca bile u najvišoj korelaciji s količinom dnevno proizvedenoga mlijeka. Međutim, povećanjem laktacijske proizvodnje mlijeka ne samo da je utvrđeno značajno povećanje veličine vimena, već i povećanje visine mliječne cisterne i pomicanje sisa kranijalno (naprijed) i horizontalno (prema gore), odnosno došlo je do narušavanja odlika koje izravno utječu na muznost ovaca.

### Literatura

- Barillet F. (2007). Genetic improvement for dairy production in sheep and goats. *Small Ruminant Research* 70:60-75.
- Fernández G., Alvarez P., San Primitivo F., De la Fuente L.F. (1995). Factors affecting variation of udder traits of dairy ewes. *Journal of Dairy Science* 78:842-849.
- ICAR (2003). International agreement of recording practices. (Approved by the General Assembly held in Interlaken. Switzerland, 30<sup>th</sup> May, 1992).
- Labussière J. (1988). Review of physiological and anatomical factors influencing the milking ability of ewes and the organization of milking. *Livestock Production Science*. 18: 253-274.
- Legarra A., Ugarte E. (2005). Genetic parameters of udder traits, somatic cell score, and milk yield in Latxa sheep. *Journal of Dairy Science* 88:2238-2245.
- HPA (2011). Godišnje izvješće za 2010. godinu. Hrvatska poljoprivredna agencija, Zagreb.
- HRN EN ISO 9622. (2001). Punomasno mlijeko - određivanje udjela mliječne masti, bjelančevina i laktoze. Uputstva za rad MID-IR instrumentima. Modificirana metoda. Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo.
- Perez-Linares J., Gomez Gil J., Garcia Lopez J. (1983). A study on udder morphology in Manchega ewes. U: Sever Cuesta (Ed.), III. Symposium Internacional de Ordeno Mecanico de Pequeños Rumiantes, Valladolid, Spain, pp. 583-591.

## **Udder morphology and milk yield of Pag sheep**

Rovai M., Such X., Piedrafita J., Caja G., Pujol M.R. (1998). Evolution of mammary morphology traits during lactation and its relationship with milk yield of Manchega and Lacaune dairy sheep. Proc. 6<sup>th</sup> International Symposium on the Milking of Small Ruminants, Athens, Greece, pp. 63-65.

SAS STAT (1999). OnlineDoc® Software Release 8. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

**sa2012\_0719**

# Comparative statistical studies of blood indices in cows exposed to solar radiation

Rodica SOBOLU, Dana PUSTA, Ioana POP

University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca, str. Mănăştur 3-5, 400372 Cluj-Napoca, Romania  
(e-mail: rodicasobolu@yahoo.com)

## Abstract

The aim of the study is to reveal the effect of solar radiation on some blood indices in cows, such as the number of red blood cells, haematocrit and the quantity of haemoglobin. The examinations were made on groups of cows, of different ages, categories and physiological states, randomly selected. There were also recorded the main meteorological data in the days when the blood indices were performed. The blood indices were determined using standard methods with a Screen Master Plus apparatus. Then, these indices were processed with the PASW Statistics package, using ANOVA method and regression analysis. The results showed that during the summer days the main blood indices decrease significantly in August, in the case of groups maintained exposed to direct solar radiation, reflecting that the intensity of heat stress is maximal.

Key words: dairy cattle, heat stress, blood indices

## Introduction

Considering the increase of the intensity of solar radiation that occurred during the summer in the last years, we wanted to study the influence of very intense solar radiation on milking cows and to find out if they are submitted to heat stress. By this reason, we realized a study regarding the effect of this radiation on some blood indices, like the number of red cells, haematocrit and quantity of haemoglobin. The data in literature also led us to the study of the influence of solar radiation in cows, because the influence of caloric stress is very increased in cattle [1, 2, 3, 4, 5].

## Material and methods

The examinations were made on dairy cows groups, of different ages, categories and physiological states, randomly selected, belonging to races Romanian Simmental, Romanian Holstein, Maramures Brown and their cross-breeds, during the period May-October 2010. Before the examinations started there were made clinical and parasitic exams, so that all animals taken in examinations were healthy.

The groups were composed as follow:

Group I was represented by 18 cows: 6 Romanian Simmental, 6 Romanian Holstein, 6 Maramureş Brown aged between 9 and 12 months, maintained in the stable with free possibility to get out in the paddock. The forages, green grass, and water were provided "ad libitum" in the stable.

Group II, consisting of 10 cows, aged between 9 and 12 months belonging to Romanian Simmental maintained on the pasture with natural shadow provided by trees. During daytime they received water. In the evening, the cows have been sheltered in the stable, where they did not receive supplementary food.

Group III, composed of 10 cows belonging to Romanian Simmental, aged between 9 and 12 months, maintained in the stable all summer. The forage, green grass, were given in the stable and the water was "ad libitum".

The main blood indices were determined in May for all three groups of studied cattle, when the intake of green forage or pasture was started and also after the cows were exposed to direct solar radiation. We chose



month August because from previous determinations it was observed that the most intense changes in main physiological functions in cattle exposed to solar radiation occur during this month, probably because of the accumulation effect during the summer months.

There were also recorded the main meteorological data in the days when the blood indices were determined using the data from the meteorological Station belonging to UASVM provided by Adcon Telemetry, which registered from 15 to 15 minutes the meteorological parameters such as temperature, humidity, solar radiation and others. When the determinations were made there were calculated the following mean of maximum Temperature-Humidity Index (THI) values: 68 in May, 87 in August. So, we observe that in August the THI exceeds the value 72, which is considered the superior thermal limit for dairy cows comfort. The recorded meteorological data during the days when the blood indices were determined and the calculated values for the THI, using classical formulas [2] are displayed in Table 2.

In the three groups the blood samples were taken considering three determinations per cow in May respectively in August. The mean values of hematological indices during the experimental period, determined for each cow taken in the study in May and August, are presented in Table 1.

The mean values of the main recorded blood indices determined using standard methods with a Screen Master Plus apparatus, were processed with the PASW Statistics package. It was performed the one-way ANOVA analysis of variance in order to decide if the mean values for the dependent variables (the blood indices) vary statistically significant in August compared with May under the action of the THI, considered independent variable. We study the variability of the observations (the blood indices) within groups and between the group means.

In order to establish the effect caused by the solar radiation on the variation of blood indices we performed the regression analysis between the dependent variable represented by the blood indices and the independent variable, considered to be the THI index. This analysis was made in the second group during August.

### Results and discussion

The mean values of the blood indices for the groups I, II, III are displayed in Table 1.

Table 1. The mean values of the main blood indexes for the cows in the groups I, II, III

Group	Race	Month	Red Cells Number (mil/mm <sup>3</sup> )	Haemoglobin (g/100ml)	Haematocrit (%)
Group I	Romanian	May	8.10	11.00	26.87
	Simental	August	4.31	8.25	22.06
	Romanian	May	7.70	11.19	36.83
	Holstein	August	5.09	8.20	30.16
	Maramures	May	7.54	11.05	35.67
	Brown	August	4.93	8.98	30.66
Group II	Romanian	May	7.10	11.02	35.00
	Simental	August	4.61	7.62	28.90
Group III	Romanian	May	7.43	11.29	37.60
	Simental	August	4.87	9.81	35.50

Table 2. The meteorological data during the days of the determinations

Month	Group	Maximum Temperature (°C)	Relative Humidity	Max. THI
May	I	18.00	74	63
	II	22.10	55	68
	III	19.00	61	64
August	I	36.6	51	87
	II	34.00	59	84
	III	32.50	73	85

The recorded meteorological data during the days when the blood indices were determined and the calculated values for the maximum THI are presented in Table 2.

We considered the three groups as described above and we used the one-way ANOVA analysis of variance method, in order to illustrate the effect of the THI index on the variation of blood indices scores in May,

respectively in August. The dependent variable analysed is respectively: red cells number, haemoglobin, haematocrit and the independent variable is THI index.

Table 3. ANOVA analysis between the three groups

Blood Index	Month	F <sub>2,35</sub>	Sig.
Red cells number	May	3.872	p=0.03
Red cells number	August	1.627	p=0.211
Haemoglobin	May	1.380	p=0.265
Haemoglobin	August	18.945	p=0.000
Haematocrit	May	4.071	p=0.026
Haematocrit	August	28.237	p=0.000

Table 4. Independent-Samples T Test – Red cells number

Blood Index	Group	Mean	t	Sig.
Red cells number	I	7.43	2.863	p=0.008
	II	7.10		
Red cells number	I	7.43	0.054	p=0.957
	III	7.42		
Red cells number	II	7.10	-3.849	p=0.01
	III	7.42		

Table 5. Independent-Samples T Test - Haemoglobin

Blood Index	Group	Mean	t	Sig.
Haemoglobin	I	8.55	3.901	p=0.001
	II	7.62		
Haemoglobin	I	8.55	-3.075	p=0.009
	III	9.81		
Haemoglobin	II	7.62	-5.392	p=0.000
	III	9.81		

Table 6. Independent-Samples T Test - Haematocrit

Blood Index	Group	Month	Mean	t	Sig.
Haematocrit	I	May	35.89	1.150	p=0.260
	II		35.00		
Haematocrit	I	May	35.89	-1.910	p=0.067
	III		37.60		
Haematocrit	II	May	35.00	14.531	p=0.010
	III		37.60		
Haematocrit	I	August	30.00	1.806	p=0.084
	II		28.00		
Haematocrit	I	August	30.00	-5.045	p=0.000
	III		35.50		
Haematocrit	II	August	28.00	-6.042	p=0.000
	III		35.50		

The influence of the THI index on the red cells number in the case of exposure to solar radiation, studied with ANOVA analysis reveals significant differences between the three groups in May. Next we set which groups are different from each other, using The Independent-Samples T Test.

The Independent-Samples T Test established that the mean value of the red cells number in the second group is significantly lower than the mean value of the red cells number in the first group, respectively it is significantly lower than the mean value of the red cells number in the third group.

ANOVA analysis results prove that the effect of the THI index on haemoglobin scores was statistically significant in August.

The results displayed in the table above show that the haemoglobin scores are significantly decreased in August, in the second group maintained on the pasture and exposed to direct solar radiation action.

ANOVA analysis used in the study of the THI effect on the haematocrit values shows significant differences between the three groups in May respectively in August.

The Independent-Samples T Test shows that the mean value of the haematocrit in the second group is significantly lower than the mean value of the haematocrit in the third group, in May and in August. We also noticed that the mean value of the haematocrit in the first group is significantly decreased compared with the mean value of the haematocrit in the third group, in August. Between the mean values of the haematocrit in the first and in the second group, there are no significant differences, either in May or in August.

In conclusion, the exposure to solar radiation produces the most significant decreases of the quantity of the haemoglobin and haematocrit in the second group, in August.

In the second group, the equation  $Y=13.41-0.1X$  sets a negative linear relationship between the variable red cells and the THI index.

In the second group, the standardized regression coefficient between haemoglobin and THI index is -0.652. The regression plot is presented in the Figure1.

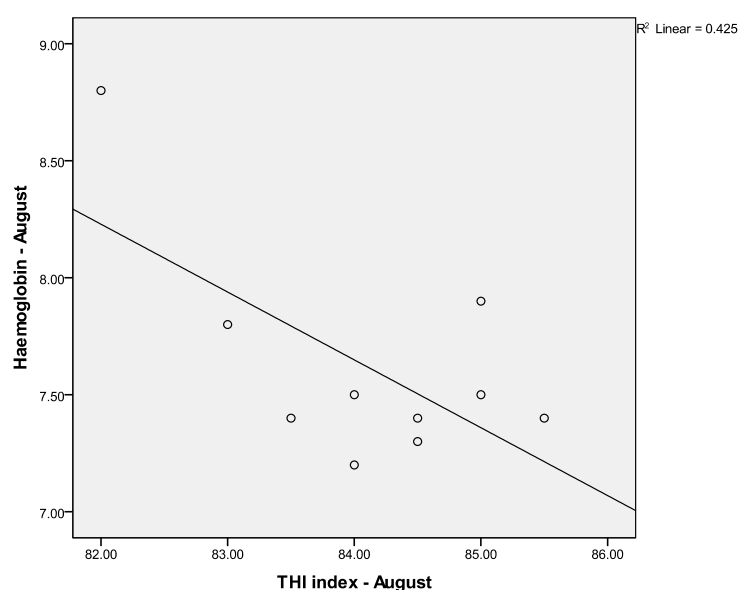


Figure1. Dispersion diagram between haemoglobin and THI index in the Group II

The negative linear relationship between the variable haemoglobin and THI index is described by the least-squares regression line,  $Y=32-0.29X$ . This equation can predict the haemoglobin value depending on the THI index value.

In the second group, the equation  $Y=113-X$  sets a negative linear relationship between the variable haematocrit and the THI index.

### Conclusions

The obtained values of the blood indices are placed at the lower limit, which is according to the data in literature [1, 2, 3, 5], that indicates a decreasing of the above mentioned values in cows submitted to heat stress induced by solar radiation.

The statistical processing of the data proves that the haemoglobin and the haematocrit vary significantly in August compared to May, in case of group II, maintained to directly solar radiation action, reflecting that the intensity of heat stress is maximal.

### References

Adamesteanu I., A. Nicolau, H. Bărză (1959). *Semiologie medicală*, Ed. Academiei RPR.

- Alnaimy A., Habeeb M., Fayaz I., Marai M., Kamal T.H. (1992). *Farm Animals and the Environment*, CAB International, Cambridge.
- Bennet I.L and col. (1985). Time Spent in Shade and its Relationship with Physiological Factors of Thermoregulation in Three Breeds of Cattle, *Applied Animal behaviour Science* 13(3):227-236.
- Bianca W. (1957). The Effect of Repeated Short Exposure to Heat on the Volume and Hydration of the Blood of the Calf, *Veterinary Journal* 113:227-241.
- Bonsma J.C., G.N. Louw (1967) Heat as a Limiting Factor in Animal Production, *Biometeorology* 2(1):371-381.
- Guyton A.C. (1994). *Human Physiology and Mechanisms of Disease*, 5-th Edition, W.B. Saunders Company, Philadelphia, USA.
- Marija J. Norusis (2010). *PASW Statistics 18, Guide to Data Analysis*, Prentice Hall Inc., Upper Saddle River, NJ 07458.
- Phillips C., Piggins D. (1992). *Farm Animals and the Environment*, CAB International.
- Pusta Dana (1999). Thermoregulations Mechanism and the Cows Physiological Response to Caloric Stress, *Buletin USAMVCN-ZMV*, 53/1999, p. 151-155.
- Roman Ponce H. (1977) Physiological and Production Response of Dairy Cattle to a Shade Structure in a Subtropical Climate, *Journal of Dairy Science* 3:424-430.

**sa2012\_0720**

# Primjena ksantofila u tovu brojlera

Zvonimir STEINER<sup>1</sup>, Željka ŠOKČEVIĆ<sup>1</sup>, Đuro SENČIĆ<sup>1</sup>, Danijela SAMAC<sup>1</sup>, Ivana KLARIĆ<sup>1</sup>, Natalija STEINER<sup>1</sup>, Ivan KRIŽEK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište J. J. Strossmayer u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Trg Sv. Trojstva 3, 31000 Osijek, Hrvatska (e-mail: szvonimir@pfos.hr)

<sup>2</sup>Phoenix farmacija Vinkovačka 61 a, 31000 Osijek

## Sažetak

Izgled kože trupa vrlo je bitan čimbenik koji ima veliki utjecaj na izbor potrošača. Pigmentacija kože je uvjetovana najviše genetikom, krmivima i koncentracijom pigmenta u istima, zdravstvenim statusom životinja, toplinskom obradom prilikom klanja, iako i drugi čimbenici mogu imati utjecaja. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj različitih razina ksantofila na pigmentaciju kože trupova zaklanih pilića. U pokusu je bilo uključeno 150 jednodnevnih pilića Coob 500<sup>TM</sup>, koji su bili podijeljeni u tri skupine i praćeni do 43.-eg dana života. Spektar boja L\*a\*b\*, mjeren je na prsima, uz pomoć colorimetra Minolta CR410. Povećane razine ksantofila u krmnim smjesama rezultirale su statistički značajno višim vrijednostima b\* (P<0,05) u pokusnoj 2 skupini u odnosu na kontrolnu skupinu.

Ključne riječi: pilići, pigment, ksantofil, boja, koža

## Impact of xanthophylls in broiler fattening

### Abstract

The appearance of the skin is a very important factor that has a major impact on consumer choice. Skin pigmentation is caused mostly by genetics, feed, and concentration of pigment in them, the animal health status, by heat treatment at slaughter, although other factors may have an impact. The aim of our study was to determine the effect of different concentrations xanthophylls in the food on colour of chicken carcasses. The trial included 150 day-old chicks Coob 500<sup>TM</sup>. They were divided into three groups and followed to 43 days of life. The spectrum of colour L\* a\* b\*, was measured on the chest, with colorimetric Minolta CR410. Increased levels xanthophylls in mixtures resulted in significantly higher values of b\* (P <0.05) in the experimental group 2 than in the control group.

Key words: chicken, pigment, yellowness, colour, skin

### Uvod

Za potrošače izgled hrane je jedan od najznačajnijih čimbenika koji utječu na njihovu odluku da tu hranu kupe. Pri tome se boja te svježina hrane smatraju ključnim čimbenicima koji definiraju izgled hrane (Baker i Günther, 2004). Boja se smatra jednim od najvažnijih organoleptičkih svojstava hrane jer je općenito povezana s kvalitetom proizvoda (Ponsano i sur., 2002). U tom je smislu i pigmentacija kože brojlera odavno prepoznata kao ključni atribut kvalitete njihova mesa (Pardio i sur., 2001). Studije su pokazale kako boja pilećeg mesa značajno utječe na ponašanje potrošača te njihovu odluku o kupovini mesa (An i sur., 2004). Pri tome je pokazano kako većina potrošača tijekom kupovine preferira pileće meso intenzivnije pigmentacije (Ponsano i sur., 2002). Pigmentacija kože brojlera nastaje kao posljedica unosa karotenoida putem hrane (Calafat i sur., 2005). U pilećem mesu karotenoidi se uglavnom nakupljaju u jetri, koži te trupu (An i

sur.,2004). Karotenoidi spadaju u najrasprostranjenije pigmente u biološkim sustavima (Baker i Günther, 2004). Karotenoidi podrazumijevaju skupinu od više od 600 u mastima topljivih spojeva koje mahom biosintetiziraju više biljkem, ali i neki kvasci, gljive, alge i bakterije. Članovi porodice karotenoida dijele se na dvije podskupine ovisno o prisutnosti ili odsutnosti kisika u njihovoj kemijskoj strukturi: ako je u molekuli prisutan barem jedan atom kisika ti spojevi se zovu ksantofili, dok se spojevi bez atoma kisika nazivaju karoteni (Breithaupt, 2007). Iako se u prirodi nalazi mnoštvo različitih ksantofila koji imaju biološka svojstva, samo nekolicina njih ima industrijsku važnost (uglavnom astaksantin, kantaksantin i lutein). Unazad nekoliko godina, zamjetan je rastući interes za primjenu ksantofila u hranidbi životinja (Baker i Günther, 2004). Samo je po sebi razumljivo kako su propisi koji se bave uporabom ksantofila u hranidbi životinja različiti u različitim dijelovima svijeta pri čemu je vrlo strogo regulirana uporaba boja, što podrazumjeva postojanje lista dozvoljenih aditiva za stočnu hranu koje se razlikuju od zemlje do zemlje (Breithaupt, 2007). Cilj našeg rada bio je utvrditi utjecaj različitih koncentracija ksantofila u hrani na boju kože pilećih trupova.

### Materijal i metode

Istraživanje je provedeno na 150 tovnih pilića Cobb 500<sup>TM</sup>. Oni su bili podijeljeni u tri skupine: kontrolna i dvije pokusne. Nakon pojedinačnih vaganja i obilježavanja, pilići su stavljeni u boksove, na stelju od piljevine. Hranjenje i napajanje pilića tijekom pokusa bilo je po volji. Mikroklimatski uvjeti (svjetlo, temperatura i protok zraka), automatski se kontrolira prema poznatim tehnološkim parametrima.

Krmna smjesa se sastojala od kombinacije kukuruza i dopunske smjese, koja je sadržavala 40% sirovih proteina. Od prvog do petnaestog dana tovnih pilići su hranjeni krmnom smjesom na razini 21% sirovih proteina. Nakon toga, smanjena je koncentracija sirovih proteina na 20,8% i s tom koncentracijom životinje su hranjene do 21. dana. Od 21 do 29 dana koncentracija sirovih proteina iznosila je 20,3%. Nakon 29. dana, pa sve do kraja tova koncentracija razina sirovih proteina iznosila je 18,3%. Kontrolna skupina (C) hranjena sa krmnom smjesom bez dodatka ksantofila. Pokusnoj skupini 1 umiješano je u smjesu 500 g/t Xamacol-a, dok je pokusnoj skupini 2 umiješano u smjesu 1000 g/t Xamacola.

Jedan kg Xamacola sadrži minimalno 40 g ksantofila, veličina čestica je 95% < 0.85 mm. Tijekom eksperimenta, pratili su se proizvodni pokazatelji; tjelesni prirasti i utrošak hrane svakih 7 dana. Na toj osnovi, izračunat je prosječan dnevni prirast, prosječni dnevni unos i konverzija hrane (kg / kg) tjedno i ukupno u tovu. Zdravstveno stanje pokusnih pilića bilo je pod stalnim veterinarskim nadzorom. Nakon klanja određena je prostorna boja L\* a\* b\* kože na prsima pomoću colorimetra Minolta CR410. Statistička analiza rezultata istraživanja obavljena je sa programskim sustavom STATISTICA (StatSoft, Inc. 2008). Statističke razlike između istraživanih pokazatelja označene su: velika slova – (P<0,01); mala slova – (P<0,05)

### Rezultati i rasprava

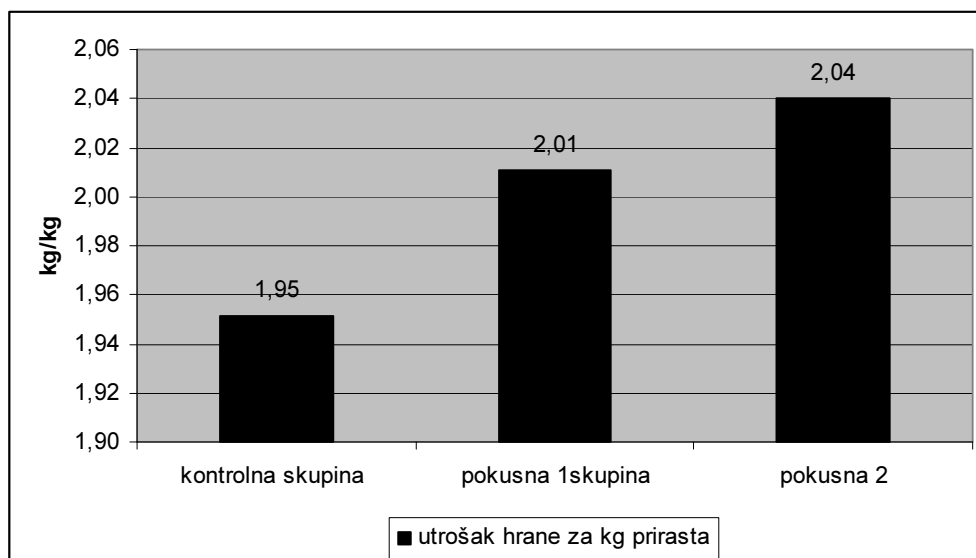
Prirast je praćen periodično, svaki tjedan, što je vidljivo iz tablice (Tablica 1).

Kao što je vidljivo iz tablice 1 nisu utvrđene statistički značajne razlike u prirastima, što znači da xamacol nije imao utjecaja na rezultate tova. Ti rezultati su bili i za očekivati, jer pigment nije ni trebao imati nutritivne ni antinutritivne elemente koji bi trebali utjecati na prirast. Rezultati su u skladu s istraživanjima Pérez-Vendrell i sur. (2001).

Tablica 1. Prirast po tjednima (g)

Razdoblje	Kontrolna		Pokusna 1		Pokusna 2	
	$\bar{X}$	Sd	$\bar{X}$	Sd	$\bar{X}$	Sd
2 tj	409,04 <sup>nz</sup>	50,99	414,14 <sup>nz</sup>	54,53	408,54 <sup>nz</sup>	53,47
3 tj	403,16 <sup>nz</sup>	33,19	397,90 <sup>nz</sup>	36,92	404,90 <sup>nz</sup>	63,03
4 tj	404,80 <sup>nz</sup>	74,30	395,70 <sup>nz</sup>	65,49	375,78 <sup>nz</sup>	80,08
5 tj	564,38 <sup>nz</sup>	94,15	599,18 <sup>nz</sup>	67,86	606,40 <sup>nz</sup>	106,58
6 tj	621,80 <sup>nz</sup>	79,11	613,08 <sup>nz</sup>	83,31	640,04 <sup>nz</sup>	89,21
1-3 tj	812,20 <sup>nz</sup>	83,04	812,04 <sup>nz</sup>	89,07	813,44 <sup>nz</sup>	110,47
3-6 tj	1630,98 <sup>nz</sup>	233,77	1647,96 <sup>nz</sup>	188,96	1662,22 <sup>nz</sup>	256,71
1-6 tj	2403,18 <sup>nz</sup>	315,39	2420,00 <sup>nz</sup>	276,89	2435,66 <sup>nz</sup>	342,33

$\bar{X}$  - aritmetička srednja vrijednost; Sd - standardna devijacija; nz - nije statistički značajno (P>0,05)



Grafikon 1. Utrošak hrane za kg prirasta

Tablica 2. Boja kože na prsima broilera

	Kontrolna skupina			Pokusna skupina 1			Pokusna skupina 2		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Mean	72,15 <sup>B</sup>	6,61 <sup>a</sup>	10,04 <sup>b</sup>	76,33 <sup>a</sup>	5,53 <sup>b</sup>	11,53 <sup>ab</sup>	76,52 <sup>A</sup>	5,42 <sup>b</sup>	13,68 <sup>a</sup>
sd	2,18	0,97	2,97	1,63	0,96	3,59	1,63	0,96	3,59
Min	68,69	4,64	3,63	74,06	4,14	6,51	74,06	4,14	6,51
Max	75,46	7,50	15,17	78,84	6,83	18,22	78,84	6,83	18,22
SE	0,69	0,31	0,94	0,52	0,30	1,13	0,52	0,30	1,13

A,B – statistički značajno ( $P < 0,01$ ); a,b – statistički značajno ( $P < 0,05$ ); L\* - svjetloća mesa, a\* - crvenilo ("redness"), b\* - žutilo ("yellowness")

Iz grafikona 1. vidljivo je da je kontrolna skupina, kojoj nije dodavan pigment, imala najmanji utrošak smjese za kilogram prirasta, dok je najviši utrošak smjese za kilogram prirasta imala pokusna skupina 2.

Prateći rezultate boje kože na prsima tovnih pilića iz tablice 2 vidljivo je da povećanjem koncentracije pigmenta dolazi do povećanja L\* vrijednosti; kontrolna skupina imala je statistički vrlo značajno ( $P < 0,01$ ) manji indeks L\* (72,15) u odnosu na pokusne skupine (76,33 – 76,52). To je u skladu s vrijednostima koje su dobili Ponsano i sur. (2002).

Kontrolna skupina imala je statistički značajno veći indeks a\* u odnosu na pokusne skupine 1 i 2 (6,61 : 5,53 – 5,42). Pokusna skupina 2 imala je statistički značajno veći indeks b\* u odnosu na kontrolnu skupinu. Pokusna skupina 2 imala je veći indeks (13,68) u odnosu na pokusnu skupinu 1 (11,53), dok je pokusna skupina 1 imala veći b\* indeks (11,53) u odnosu na kontrolnu skupinu (10,04). Rezultati su u skladu s vrijednostima u istraživanjima Pérez-Vendrell (2000).

## Zaključci

Dodavanje žutog pigmenta baziranog na prirodnom ksantofilu, statistički značajno utječe na žutu boju kože prsiju u tovnih pilića.

## Literatura

- An G.-H., Song J.-Y., Chang K.-S., Lee B.-D., Chae H.-S., Jang B.-G. (2004). Pigmentation and Delayed Oxidation of Broiler Chickens by the Red Carotenoid, Astaxanthin, from Chemical Synthesis and the Yeast, *Xanthophyllomyces dendrorhous*. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 17(9):1309-1314.

- Baker R., Günther C. (2004). The role of carotenoids in consumer choice and the likely benefits from their inclusion into products for human consumption. *Trend in Food Science & Technology* 15:484-488.
- Breithaupt D.E. (2007). Modern application of xanthophylls in animal feeding - a review. *Trend in Food Science & Technology* 18:501-506.
- Calafat F.A., Vilá B., Fontgibell A. (2005). Efficiency of natural red pigments of *Capsicum annum* in broiler pigmentation. XVII<sup>th</sup> European Symposium on the Quality of Poultry Meat Doorwert, The Netherlands, 23 – 26 May 2005.
- Pardio V.T., Landin L.A., Waliszewski K.N., Badillo C., Perez-Gil F. (2001). The Effect of Acidified Soapstocks on Feed Conversion and Broiler Skin Pigmentation. *Poultry Science* 80:1236 -1239.
- Ponsano E.H.G., Pinto M.F., Garcia-Neto M., Lacava P.M.(2004). Performance and Color of Broilers Fed Diets Containing *Rhodocyclus gelatinosus* Biomass. *Brazilian Journal of Poultry Science* 6(4):237-242.
- Ponsano E.H.G., Pinto M.F., Garcia-Neto M. (2002). Evaluation of *Rhodocyclus gelatinosus* for broiler pigmentation. *J. Appl. Poultry Res.* 11:77-82.
- Pérez-Vendrell A.M., Hernández J.M., Llauradó L., Schierle J., Brufau J. (2001). Influence of Source and Ratio of Xanthophyll Pigments on Broiler Chicken Pigmentation and Performance. *Poultry Science* 80:320-326.
- STATISTICA-Stat Soft, Inc. version 8.1, 2008, [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com)

### **Napomena**

Podaci korišteni u ovom radu su iz diplomskog rada Šokčević Željke.

sa2012\_0721



# Swine supplementation with zinc and copper: A review about Organic minerals as a solution for environmental contamination

Marcos Milani TRUCCOLO

University of Padova, Faculty of agriculture, Viale dell'Università 16, 35020, Legnaro (PD), Italy  
(e-mail: marcosmtruccolo@hotmail.com)

## Abstract

This review critically analyzes the problematic of contamination of soils and food chains by two trace minerals, copper and zinc, usually present in inadequate levels in pig manure. Applications of copper and zinc for pigs need to be reviewed due to genetic advances in swine breeding and the emergence of the technology of organic minerals, which is a technology that in some studies has demonstrated a significant effect in reducing excretion of copper and zinc by pigs and other species. Some experiments have shown that organic trace minerals may be added to the diet of pigs at levels considerably lower compared to inorganic sources of trace minerals.

Key words: animal nutrition, trace minerals, copper, zinc, environment, organic minerals

## Introduction

Copper and zinc are two trace minerals involved in key metabolic reactions and are vital components of many enzymes and molecules in the organism. Saline sources are forms of supplementation of zinc and copper being often used, but with low absorption and bioavailability, as well as the presence of contaminants are important considerations when supplementing trace minerals. Sources commonly used in animal feeding as source of are zinc oxide and copper sulphate but as they are often derived from residues of steel industry, they can potentially carry high levels of contaminants as cadmium and fluorine, for example. Market regulations have added new concerns into the meat production business with extended limitations in terms of heavy metals and other contaminants in animal feed. The purpose of this review is by a deep analysis of the literature comparing the accumulated knowledge so far about trace minerals, especially zinc and copper, and through this confrontation of ideas to discuss about a sustainable solution, for reducing the environmental contamination by microminerals.

## Absorption and bioavailability of trace minerals (Cu and Zn)

Absorption of copper and zinc has been often an important limitation of their utilization. Frequently, availability is dependent of the absorption because a trace mineral must be absorbed before it can be utilized. Nevertheless, copper and zinc can be absorbed but not be utilized making its bioavailability low. The ions of copper and zinc are liberated from their inorganic sources during digestion, and may re-combine with other digestive components in the intestine forming insoluble complexes and so excreted, decreasing their uptake across the small intestine. Mineral uptake can happen in any region of the intestines, but metals are usually absorbed in the duodenum provided ions are still soluble after gastric treatment (Ashmead, 1993).

## Antagonisms among minerals

The absorption of some minerals, such as microminerals, can suffer mutual antagonisms, where significantly decrease absorption and metabolism rates of these and other minerals. The competition between organic and inorganic ligands can form insoluble precipitates. Zinc absorption is reduced by phytate and calcium prejudice the uptake of zinc and copper Molybdenum and copper are highly antagonics.

### Competition among minerals

Copper and iron normally compete for the same carriers because these trace minerals share at least two membrane proteins, transferrin and metallothionein. The presence of copper in excessive levels linked to those proteins may occasion deficiency of iron in the organism. According to Ashmead (1993), after being absorbed by the enterocyte, some metals come back to the intestinal lumen by excretion or mucosal sloughing and resume the competition for carrier proteins. The decreasing of absorption of one specific metal originated from a series of reactions involved in the absorption of other minerals is an example of interference and competition among minerals, that impact significantly in the copper and zinc swine absorption.

### Excretion

The gastrointestinal tract (GIT) is a main route of excretion for copper and zinc, and apparent uptake is always considered to be limiting. Mohanna and Nys (1998) made one report where was calculated the whole body concentrations of copper and zinc, to obtain retention values of 6% for each of them, in diets containing 20 and 180 mg/kg, respectively, of these two minerals. In another report Mohanna and Nys (1999) have also shown that the quantity of zinc excreted from the feces increased linearly with dietary zinc supplementation. Taking in account the quantity of zinc and copper in the excretion of swine, where is included endogenous trace minerals that significantly influence its excrement, perhaps calculating the whole body levels of zinc and copper would be a more accurate way to estimate the retention of these trace minerals. According to Underwood and Suttle (1999b) and their general model of mineral depletion, during depletion, the storage pools of the minerals are firstly decreased. Under any circumstances it is reported that a marked reduction in dietary zinc is constantly accompanied, by a reduction in feed intake and zinc deficiency is not known, but the decreasing in growth associated with zinc deficiency is due essentially to the reduction in feed intake.

### Environmental concerns

The maximization of swine performance is a major goal of animal nutritionists and producers. This objective has been achieved, in part, by increasing the allowance of some minerals, particularly copper and zinc, or by including them at pharmacological levels aiding in the control of some enteric diseases or as growth promoters. NRC (1998) states that the common practice of using pharmacological levels of copper and zinc in swine diets has resulted, in excessive amounts of excretion of those minerals in feces, as the apparent absorption of copper and zinc does not exceed 30% of the intake. The National Research Council (NRC) publications include fairly good minimum requirement estimates for zinc and copper. Concerns about emissions are emerging from feeding animals high dietary concentrations of inorganic sources of zinc and copper to stimulate growth and health rather than supplying actual nutritional requirements. High levels fecal excretion of copper and zinc may pose serious environmental problems in delicate areas, because of the high concentration of these minerals in swine slurry. Its subsequent accumulation in the soil can adversely affect soil microbial activity and its contribution via leaching and run-off can cause eutrophication of groundwater and freshwater sources and subsequently increase concentrations in flora and fauna. In addition, Underwood and Suttle (1999a) suggest that have been made reports of chronic copper poisoning in sheep grazing herbage treated with the liquid manure from swine fed with copper supplements, in both The Netherlands and in the USA. A study carried out in Spain showed a positive and considerable correlation between hepatic copper levels in calves and density of young pigs in the region. In areas with the highest swine densities, more than 20% of the cattle tested had the hepatic copper concentrations higher than the potentially toxic concentration of 150 mg/kg fresh weight. Hernandez (2006) affirms that there is a wide variation in inclusion levels, some 2 to 3 times higher than that recommended by NRC (1998) and BSAS (2003) in pig diets in several countries of the European Union. Spears (1996) suggest that this high copper and zinc supplementation is because that requirements are poorly defined, factors that impact mineral requirements are not well characterized, a safety margin is applied to prevent any likelihood of deficiencies and also because of the possibility of genetic differences in mineral requirements among pigs. The increasing environmental concerns about trace minerals such as copper and zinc has led to legislation in swine-dense countries like The Netherlands to limit the use indiscriminate of animal manure (Jongbloed and Henkens, 1996). Canada, Japan and Denmark are also making a cautious approach and restricted the concentration of

these minerals allowed in pig diets. In this decade, the European Union (EU), under Commission Regulation 1334/2003, has established lower (non-pharmacological) concentrations of zinc and copper in swine diets. The dietary mineral levels allowed by the mentioned new legislation in the EU, may result in a decrease in performance, thus alternatives are being investigated to keep within the EU regulations.

### **The organically complexed trace minerals**

The following descriptions of organic mineral complexes were given by the Association of American Feed Control Officials:

- 1) A metal amino acid chelate is a product resulting from the reaction of a soluble metal salt with amino acids with a molar ratio of one mole metal to one to three moles of amino acids to form coordinate bonds.
- 2) A metal amino acid complex is the product resulting from combining a soluble metal salt with an amino acid.
- 3) A metal proteinate is the product resulting from the chelation of a soluble salt with amino acids and/or partially hydrolyzed protein.
- 4) A metal polysaccharide complex is the product resulting from complexing a soluble salt with a polysaccharide solution declared as an ingredient as the specific metal complex. Mineral chelates have been the topic of interest of a growing number of scientists in the past few years. Results expose a better utilization and higher bioavailability for this kind of organic trace mineral supplementation in comparison to inorganic sources. Among the main objectives of improve the copper and zinc bioavailability for swine, is the possibility of decrease excretion of these trace minerals, reducing the soil contamination.

### **Organic trace minerals (Cu and Zn): A sustentable alternative**

As mentioned, from an environmental and economic point of view, it would be necessary to decrease trace mineral levels in diets close to requirements to minimize waste contamination. In fact, feed manufacturers use higher concentrations of copper and zinc in pig diets than the values recommended by NRC (1998) to try reaching maximized performance. One alternative for replacing inorganic trace minerals sources would be the use of organic minerals. The organically chelated minerals are believed to have an improved absorption and bioavailability for the animals than their inorganic salts or oxides, providing a pathway to benefit the environment without affect negatively animals' performance. Some studies have shown a higher retention of organic minerals, such as copper-lysine in weanling pigs (Apgar et al. 1995), zinc amino acid chelate in growing pigs (Susaki et al., 1999) and copper and zinc proteinates in weanling pigs (Schiavon et al., 2000), than inorganic forms. The replacement of 50% of the Cu, Zn, Fe and Mn sulphates in the premix by metal proteinates reduced significantly the concentration of zinc in feces in the nursery phase (506 and 1267 mg/kg DM for organic and inorganic forms, respectively) and that of copper in the growing phase (71 and 108 mg/kg DM for organic and inorganic forms, respectively) compared to the concentration of zinc and copper in feces from pigs fed sulphates at the same levels. Pigs fed the proteinates also gained weight more efficiently than pigs fed the trace minerals solely from inorganic sulphates in the nursery phase (Creech et al., 2004). Also a higher copper retention was observed when copper proteinate was added at 50 or 100 mg/kg instead of sulphate at 250 mg/kg in weaner diets (Veum et al., 2004). Other researches have successfully reduced significantly the concentrations included in the diets by using organic mineral sources only, without adversely affecting the growth performance of pigs and greatly reducing the excretion of these minerals into the environment. In nursery pigs, by including 50 mg/kg as proteinate copper, a reduction of 4.5 times in the amount of copper excreted was achieved compared to 250 mg/kg CuSO<sub>4</sub> (Veum et al., 2004). In the case of zinc, the reduction in feces was 7 times lower when feeding 200 mg/kg proteinate zinc instead of 2000 mg/kg ZnO (Carlson et al., 2004).

### **Conclusions**

In synthesis, high copper and zinc supplementation in diets for pigs are being targeted by growing criticism and pressure arising from recent environmental legislation in several countries due to high contaminant

impact of these minerals in the environment. The scientific community must find a solution to determine the most accurate way to estimate nutritional requirements of pigs, taking into consideration various endogenous and exogenous variables and advances in animal science in the last years that may interfere with such demands. There is evidence that organic forms might be an option, however recommendations on their optimum use are yet to be well established.

## References

- Apgar G.A., Kornegay E.T., Lindemann M.D., Notter D.R. (1995). Evaluation of copper sulfate and a copper lysine complex as growth promoters for weanling swine. *Journal of Animal Science* 73:2640-2646.
- Ashmead H.D. (1993). Comparative intestinal absorption and subsequent metabolism of metal aminoacid quelates and inorganic metal salts. In: (H.D. Ashmead, ed). *The roles of aminoacid quelates in animal nutrition*. Westwood: Noyes Publications.
- British Society of Animal Science, 2003. Nutrient requirement standards for pigs. Penicuik: BSAS.
- Carlson M.S., Boren C.A., Wu C., Huntington C.E., Bollinger D.W., Veum T.L. (2004). Evaluation of various inclusion rates of organic zinc either as polysaccharide or proteinate complex on the growth performance, plasma, and excretion of nursery pigs. *Journal of Animal Science* 82:1359-1366.
- Creech B.L., Spears J.W., Flowers W.L., Hill G.M., Lloyd K.E., Armstrong T.A., Engle T.E. (2004). Effect of dietary trace mineral concentration and source (inorganic vs. chelated) on performance, mineral status, and faecal mineral excretion in pigs from weaning through finishing. *Journal of Animal Science* 82:2140-2147.
- Hernandez A. (2006). Influence of the form and level of organic versus inorganic copper and zinc in diets for growing and finishing pigs. M. S. thesis, Univ. of Murdoch, Australia.
- Mohanna C., Nys Y. (1998). Influence of age, sex and cross on body concentrations of trace elements (Zn, Fe, Cu, Mn) in chickens. *British Poultry Science* 39:536-543.
- Mohanna C., Nys Y. (1999). Effect of dietary zinc content and sources on the growth, body zinc deposition and retention, zinc excretion and immune response in chickens. *British Poultry Science* 40:108-114.
- NRC (1998). Nutrient requirements of Swine, Tenth revised ed. Washington: National Academy Press.
- Schiavon S., Bailoni L., Ramanzini M., Vincenzi R., Simonetto A., Bittante G. (2000). Effect of proteinate or sulphate mineral sources on trace elements in blood and liver of piglets. *Journal of Animal Science* 71:131-139.
- Spears J.W. (1996). Optimizing mineral levels and sources for farm animals. In: *Nutrient management of food animals to enhance and protect the environment*, ed. E.T. Kornegay. Florida: CRC Press. pp. 259-276.
- Susaky H., Matsui T., Ashida K., Fujita S., Nakajima T., Yano H. (1999). Availability of a zinc amino acid chelate for growing pigs. *Journal of Animal Science* 77(3):124-128.
- Underwood E.J., Suttle N.F. (1999a). Copper. In: *The mineral nutrition of livestock*. Eds. E.J. Underwood, N.F. Suttle. CABI Publishing: Wallingford. pp. 283-342.
- Underwood E.J., Suttle N.F. (1999b). The detection and correction of mineral imbalances in animals. In: *The mineral nutrition of livestock*. Eds. E.J. Underwood, N.F. Suttle. CABI Publishing: Wallingford. pp. 47-68.
- Veum T.L., Carlson M.S., Wu C.W., Bollinger D.W., Eilersiek M.R. (2004). Copper proteinate in weanling pig diets for enhancing growth performance and reducing faecal copper excretion compared with copper sulphate. *Journal of Animal Science* 82:1062-1070.

sa2012\_0722

# Kemijski sastav i boja *m. longissimus dorsi* janjadi rapske ovce

Ivan VNUČEĆ<sup>1</sup>, Boro MIOČ<sup>1</sup>, Zvonimir PRPIĆ<sup>1</sup>, Zdravko BARAĆ<sup>2</sup>, Vesna PAVIĆ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska  
(e-mail: ivnucecc@agr.hr)

<sup>2</sup>Hrvatska poljoprivredna agencija, Ilica 101, Zagreb, Hrvatska

## Sažetak

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj spola na osnovni kemijski sastav, pH vrijednost i boju *m. longissimus dorsi* (MLD) janjadi te korelacije između klaoničke mase trupa i navedenih pokazatelja. Predmetnim istraživanjem bila su obuhvaćena ukupno 103 klaonički obrađena trupa rapske janjadi (54 muška i 49 ženska). U svrhu utvrđivanja kemijskog sastava mesa, neposredno nakon klanja s trupova je uzeto ukupno 15 uzoraka MLD-a (8 od muške i 7 od ženske). Spol janjadi nije značajno utjecao na kemijski sastav, pH vrijednost, kao ni na boju MLD-a. Također nisu utvrđene značajne korelacije između klaoničke mase trupa i pokazatelja osnovnog kemijskog sastava te pokazatelja boje dugog leđnog mišića janjadi rapske ovce.

Ključne riječi: rapska ovca, janjad, spol, kakvoća mesa

## Chemical composition and colour of *m. longissimus dorsi* of Rab sheep lambs

### Abstract

The aim of this research was to determine the effect of gender on chemical composition, pH value and colour of *m. longissimus dorsi* (MLD) of Rab sheep lambs as well as correlations between carcass weight and previously mentioned variables. A total of 103 lambs' carcasses (54 males and 49 females) were studied. For analyzing the chemical composition of MLD, a total of 15 samples were taken from carcasses (8 males and 7 females) immediately after slaughter. Gender did not have significant effect on chemical composition, pH value and colour of MLD. Carcass weight was not significantly correlated with both chemical composition and colour parameters of MLD of Rab sheep lambs.

Key words: Rab sheep, lambs, gender, meat quality

### Uvod

U Republici Hrvatskoj uzgaja se oko 600 000 ovaca, od čega oko 100 000 na otocima (HPA, 2011). U ukupnoj populaciji dominiraju izvorne pasmine koje čine gotovo 90% ovaca u Republici Hrvatskoj. Na otoku Rabu u uzgoju prevladava „stari“ odnosno „domaći tip“ otočke ovce, koja se u većini stada desetljećima nije značajnije genetski mijenjala zbog nesklonosti rapskih uzgajivača za korištenjem ovaca i ovnova iz drugih, izvanotočkih populacija. U Upisnik uzgojno valjanih grla Hrvatske poljoprivredne agencije upisano je 717 grla rapske ovce, a cijela populacija procjenjuje se na oko 6 500 grla, što čini oko 22,50% ukupne populacije ovaca u Primorsko-goranskoj županiji (HPA, 2011). Rapska ovca je naša izvorna pasmina iznimne lokalne važnosti, poznata i po lokalnom nazivu *škraparica* zbog sklonosti ovaca za zavlačenjem između stijena (*škrapa*) u potrazi za hranom (Barać i sur., 2006). Ovce se na otoku Rabu uglavnom uzgajaju radi proizvodnje mesa, prvenstveno mlade janjetine (Mioč i sur., 2006).

Glavna odlika uzgoja ovaca na otoku Rabu je izrazita ekstenzivnost koja se očituje kroz niska ulaganja i niske troškove tijekom godišnjih proizvodnih faza ili fizioloških ciklusa. Postoje i izuzeci, osobito na gospodarstvima na kojima se uz meso proizvodi i mlijeko (Mioč i sur., 2007) pa uzgajivači više brinu o ovcama, vode računa o tome što ovce jedu u kojoj uzgojnoj fazi i kako ih zaštititi od različitih bolesti, ponajviše od vanjskih i unutarnjih parazita.

Posljednjih desetak godina jako je izražen interes za očuvanjem i zaštitom hrvatskih izvornih pasmina ovaca i njihovih proizvoda koji su rezultat tradicionalne tehnologije proizvodnje. Stoga se u posljednje vrijeme provode obimna istraživanja u sklopu znanstvenog projekta „Mesne odlike hrvatskih pasmina ovaca”. U sklopu navedenog projekta Prpić i sur. (2010) su istraživanjima klaoničkih pokazatelja janjadi rapske ovce utvrdili prosječnu tjelesnu masu grla oba spola pri klanju od 19,72 kg, klaoničku masu trupa od 10,78 kg i randman toplog trupa od 52,36%. Međutim, znanstvene spoznaje o kvaliteti mesa janjadi rapske ovce, njegovom kemijskom sastavu i boji vrlo su oskudne. Stoga je cilj ovog istraživanja bio utvrditi kemijski sastav, pH vrijednost i boju mesa uzoraka *m. longissimus dorsi* (MLD) janjadi hrvatske izvorne pasmine – rapske ovce te utjecaj spola i klaoničke mase trupa na navedene pokazatelje.

### Materijal i metode

Predmetnim istraživanjem bila su obuhvaćena ukupno 103 klaonički obrađena trupa rapske janjadi (54 muška i 49 ženska). Svi trupovi bili su od životinja iz istog stada, držanih u jednakim uvjetima smještaja i hranidbe, uzgojenih na tradicionalan način te ujednačene dobi (115 dana) pri klanju. Nakon klanja i klaoničke obrade janjadi, trupovi su hlađeni na temperaturi od 4 °C tijekom 24 sata. Na desnim polovicama, neposredno nakon klanja, izmjerena je boja mesa pomoću uređaja Minolta Chroma Meter CR-410 s 50 mm dijametarskim područjem mjerenja i spektrom boja L\*, a\*, b\* (CIE, 1976) uz standardnu iluminaciju za meso D-65. Boja mesa mjerena je na svježem presjeku (između 12. i 13. rebra) mišićne regije *m. longissimus dorsi* (MLD). Za utvrđivanje osnovnog kemijskog sastava s trupova rapske janjadi uzeto je neposredno nakon klanja ukupno 15 (8 od muške i 7 od ženske) uzoraka MLD-a. Uzorci su označeni, stavljeni u plastične vrećice i zamrznuti na temperaturi od –20 °C do analiziranja. Kemijske analize uzoraka mišića obavljene su u Institute of Chemistry, University of Kaposvár Faculty of Animal Science, Mađarska, prema AOAC (1999) standardnim postupcima određivanja sadržaja vlage, bjelančevina, masti i pepela. Opisna statistika dobivenih podataka izračunata je korištenjem procedure MEANS, a utjecaj spola na istraživane pokazatelje analiziran je primjenom GLM procedure računalnog programa za statističku obradu podataka SAS (1999). Koeficijenti korelacije (r) između klaoničke mase trupa i pokazatelja osnovnog kemijskog sastava te boje mesa određeni su primjenom PROC CORR procedure navedenog programa. Usporedba prosjeka za pokazatelje kemijskog sastava i boje mesa janjadi između spolova provedena je Studentovom t-provjerom koristeći TTEST proceduru. Procjena značajnosti razlika za navedena svojstva između spolova korigirana je na klaoničku masu trupa.

### Rezultati i rasprava

Na tablici 1. prikazane su prosječne vrijednosti pokazatelja kemijskog sastava dugog leđnog mišića janjadi rapske ovce. Svi analizirani pokazatelji, osim sadržaja masti u MLD-u, odlikovali su se malom varijabilnošću, što ukazuje na visoku ujednačenost janječih trupova s kojih su uzeti uzorci mišićnog tkiva za analize.

Tablica 1. Kemijski sastav (%) mišićnog tkiva (*m. longissimus dorsi*) janjadi rapske ovce

Pokazatelj	n	$\bar{x}$	sd	min.	max.	CV, %
Voda	15	75,61	1,96	70,80	78,00	2,59
Suha tvar	15	24,39	1,96	22,00	29,20	8,04
Bjelančevine	15	20,91	0,75	19,60	22,50	3,59
Mast	15	2,28	1,29	1,10	5,50	56,58
Pepeo	15	1,14	0,05	1,10	1,20	4,39

n - broj janjadi;  $\bar{x}$  - aritmetička srednja vrijednost; sd - standardna devijacija; min. - najmanja vrijednost; max. - najveća vrijednost; CV - koeficijent varijabilnosti.

Prosječne vrijednosti pokazatelja boje i pH vrijednosti MLD-a istraživane janjadi prikazane su na tablici 2. Vrijednost L\* koja označava svjetloću mesa bila je najmanje varijabilna, dok je vrijednost b\* pokazatelja boje

(označava spektar od plave do žute boje) bila izrazito varijabilna u odnosu na preostala dva pokazatelja ( $L^*$  i  $a^*$ ).

Vrijednost pokazatelja boje  $L^*$  (45,68) MLD-a janjadi rapske ovce bila je neznatno viša, a pokazatelja  $a^*$  (15,97) podjednaka vrijednosti utvrđenoj u istom mišiću janjadi dviju portugalskih pasmina iz sličnih sustava uzgoja ( $L^*=41,50$ ,  $a^*=16,50$ ; Teixeira i sur., 2005). Međutim,  $b^*$  pokazatelj boje mesa rapske janjadi (1,86) bio je znatno niži u odnosu na onaj utvrđen u prethodno navedenom istraživanju (9,50). Prosječne vrijednosti svih pokazatelja boje utvrđene ovim istraživanjem bile su znatno niže od onih koje navode Vergara i sur. (1999) za *m. longissimus dorsi* Manchego janjadi ( $L^*=49,46$ ,  $a^*=22,60$  i  $b^*=9,07$ ). S obzirom na podjednake sustave uzgoja, dob i živu masu pokusne janjadi i janjadi iz ranije spomenutih istraživanja, može se zaključiti da su navedene znatne razlike u vrijednostima  $b^*$  pokazatelja prvenstveno rezultat pasminskog utjecaja, a što je u skladu s istraživanjima Fogarty i sur. (2000) i Teixeira i sur. (2005).

Značajne razlike u osnovnom kemijskom sastavu MLD-a između muške i ženske janjadi nisu utvrđene (tablica 3), premda je u MLD-u muške janjadi utvrđen nešto viši sadržaj ST i masti, dok je postotni udio bjelančevina i pepela bio jednak kao i u MLD-u ženske janjadi. Muška janjad je imala neznatno višu pH vrijednost MLD-a 45 min. nakon klanja nego ženska janjad, ali utvrđena razlika nije bila statistički značajna ( $P>0,05$ ). Više je autora (Miguel i sur., 2003; Santos i sur., 2007) utvrdilo da pri ujednačenoj dobi i tjelesnoj masi pri klanju, meso ženske janjadi sadrži znatno više masti nego meso muške janjadi, a što nije bio slučaj u ovom istraživanju. Spol općenito ne utječe na koncentraciju vodikovih iona u mesu, iako muška janjad, koja je inače živahnija, ponekad naginje ka neznatno većim pH vrijednostima u odnosu na žensku, a što je u skladu s rezultatima ovog istraživanja. Međutim, Dransfield i sur. (1990) tvrde da nema osjetne razlike u konačnoj pH vrijednosti mesa između kastrata, muške i ženske Suffolk janjadi, a do sličnog su zaključka došli Vergara i sur. (1999) za mušku i žensku Manchego janjad prosječne tjelesne mase 22 i 28 kg. Ovim istraživanjem nisu utvrđene značajne korelacije između klaoničke mase janjadi i pokazatelja osnovnog kemijskog sastava dugog leđnog mišića.

Tablica 2. Pokazatelji boje i pH vrijednost *m. longissimus dorsi* janjadi rapske ovce izmjereni 45 minuta *post mortem*

Pokazatelj	n	$\bar{x}$	sd	min.	max.	CV, %
$L^*$	103	45,68	4,56	36,96	56,62	9,98
$a^*$	103	15,97	3,13	3,82	19,86	19,60
$b^*$	103	1,86	2,13	-4,21	4,89	114,52
pH	103	6,30	0,42	5,38	7,07	6,66

Tablica 3. Utjecaj spola na kemijski sastav i pH vrijednost MLD-a i koeficijenti korelacije ( $r$ ) između navedenih pokazatelja i klaoničke mase (KLM) janjadi rapske ovce

Pokazatelj	Ukupno (n=15)	$r$	Spol (MEANS $\pm$ SE)	
			MEANS $\pm$ SE	
			Muški (n=8)	Ženski (n=7)
KLM	kg		11,17 $\pm$ 0,37	10,47 $\pm$ 0,49
Voda	%	-0,33	75,61 $\pm$ 0,51	75,90 $\pm$ 0,81
Suha tvar	"	0,33	24,39 $\pm$ 0,51	24,10 $\pm$ 0,81
Bjelančevine	"	0,29	20,91 $\pm$ 0,19	20,90 $\pm$ 0,32
Mast	"	0,41	2,28 $\pm$ 0,33	1,94 $\pm$ 0,50
Pepeo	"	-0,06	1,14 $\pm$ 0,01	1,13 $\pm$ 0,02
pH		0,03	6,30 $\pm$ 0,04	6,22 $\pm$ 0,06

Tablica 4. Utjecaj spola na boju MLD-a i koeficijenti korelacije ( $r$ ) između pokazatelja boje i klaoničke mase (KLM) janjadi rapske ovce

Pokazatelj	Ukupno (n=103)	$r$	Spol (LSMEANS $\pm$ SE)	
			MEANS $\pm$ SE	
			Muški (n=54)	Ženski (n=49)
KLM	kg		10,68 $\pm$ 0,19	10,83 $\pm$ 0,27
$L^*$		-0,15	45,68 $\pm$ 0,45	45,69 $\pm$ 0,62
$a^*$		0,05	15,97 $\pm$ 0,31	15,76 $\pm$ 0,42
$b^*$		0,11	1,86 $\pm$ 0,21	1,82 $\pm$ 0,30

Na MLD-u muške janjadi utvrđena je neznatno viša ( $P>0,05$ ) vrijednost  $a^*$  i  $b^*$  pokazatelja boje, dok je vrijednost  $L^*$  pokazatelja bila gotovo identična u obje skupine janjadi (tablica 4).

Spol janjadi uglavnom nema značajnog utjecaja na boju mesa ukoliko su životinje jednako hranjene i ako su prilikom klanja bile podjednake dobi (Rodríguez i sur., 2007; Santos i sur., 2007). Međutim, Teixeira i sur. (2005) su utvrdili značajno veće  $L^*$  vrijednosti u mesu muške janjadi u odnosu na žensku. Suprotno tome, Johnson i sur. (2005) ne navode značajne razlike u  $L^*$  vrijednostima mesa između spolova, ali ističu značajno veće  $a^*$  i  $b^*$  vrijednosti mesa muške u odnosu na žensku janjad. Istraživanjem nisu utvrđene značajne korelacije između klaoničke mase janjadi i pokazatelja boje dugog leđnog mišića janjadi rapske ovce.

### Zaključci

Rezultati ovog istraživanja upućuju na zaključak da se na otoku Rabu, kao i u većini zemalja Sredozemnog bazena, proizvode lagani janjeći trupovi (10,68 kg). Prema utvrđenim prosječnim vrijednostima osnovnog kemijskog sastava i  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$  pokazatelja boje, meso rapske janjadi pripada kategoriji mlade janjetine svijetlo ružičaste boje. Istraživanjem nije utvrđen značajan utjecaj spola na kvalitativne pokazatelje (osnovni kemijski sastav, pH vrijednost i boju) MLD-a janjadi. Uz to, nisu utvrđene značajne korelacije između klaoničke mase trupa i navedenih kvalitativnih pokazatelja dugog leđnog mišića janjadi rapske ovce.

### Literatura

- AOAC (1999). Official methods of analysis of the AOAC International. In *Meat and Meat Products*, Cunniff P. (ed.), vol. II 16<sup>th</sup> ed., pp. 1-15 (Chapter 39). Gaithersburg, MD.
- Barać Z., Mioč B., Čokljat Z. (2006). Ovčarstvo u Primorsko-goranskoj županiji. Zagreb, Hrvatski savez zadruga.
- Commission International de l'Eclairage (CIE) (1976). *Colorimetry*, 2<sup>nd</sup> edn. CIE, Vienna.
- Dransfield E., Nute G.R., Hogg B.W., Walters B.R. (1990). Carcass and eating quality of ram, castrated ram and ewe lambs. *Animal Production* 50:291-299.
- Fogarty N.M., Hopkins D.L., Vande Ven R. (2000). Lamb production from diverse genotypes. 2. Carcass characteristics. *Animal Science* 70:147-156.
- HPA (2011). Godišnje izvješće za 2010. godinu. Hrvatska poljoprivredna agencija, Zagreb.
- Johnson P.L., Purchas R.W., McEwan J.C., Blair H.T. (2005). Carcass composition and meat quality differences between pasture-reared ewe and ram lambs. *Meat Science* 71:383-391.
- Miguel E., Onega E., Canëque V., Velasco S., Díaz M.T., Lauzurica S., Pérez C., Blázquez B., Ruiz de Huidobro F. (2003). Carcass classification in suckling lambs. Discrimination ability of the European Union scale. *Meat Science* 63:107-117.
- Mioč B., Pavić V., Barać Z., Sušić V., Prpić Z., Vnučec I., Mulc D. (2006). Vanjština rapske ovce. *Stočarstvo* 60 (3):163-171.
- Mioč B., Pavić V., Sušić V. (2007). Ovčarstvo. Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb.
- Prpić Z., Vnučec I., Pavić V., Barać Z., Mioč B. (2010). Klaonički pokazatelji i odlike trupa rapske janjadi, Zbornik radova: 45. hrvatski i 5. međunarodni simpozij agronoma, Opatija, 1058-1062.
- Rodríguez A.B., Landa R., Bodas R., Prieto N., Mantecón A.R., Giráldez F.J. (2007). Carcass and meat quality of Assaf milk fed lambs: Effect of rearing system and sex. *Meat Science* 80:225-230.
- Santos V.A.C., Silva S.R., Mena E.G., Azevedo J.M.T. (2007). Live weight and sex effects on carcass and meat quality of "Borrego terrincho-PDO" suckling lambs. *Meat Science* 77:654-661.
- SAS (1999). SAS Version 8. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Teixeira A., Batista C., Delfa R., Cadavez V. (2005). Lamb meat quality of two breeds with protected origin designation. Influence of breed, sex and live weight. *Meat Science* 71:530-536.
- Vergara H., Molina A., Gallego L. (1999). Influence of sex and slaughter weight on carcass and meat quality in light and medium weight lambs produced in intensive systems. *Meat Science* 52:221-226.

### Zahvala

Istraživanja neophodna za ovaj rad dio su projekta „Mesne odlike hrvatskih pasmina ovaca“ pod šifrom 178-1780469-0396 kojeg financiraju MZOŠ RH i Centar za brdsko-planinsku poljoprivredu.

sa2012\_0723



Croatian <sup>47</sup>  
*isa*  
2012 <sub>7</sub> International  
Symposium on  
Agriculture

Section

## 8 Proceedings Viticulture and Enology

47  
Hrvatski

7  
Međunarodni  
Sympozij  
Agronoma

Zbornik radova  
Vinogradarstvo i vinarstvo



# Changes of stem water potential of grapevine cv. Frankovka (*Vitis vinifera* L.) in different crop load models

Zoran S. BEŠLIĆ, Slavica R. TODIĆ, Saša MATIJAŠEVIĆ, Zorica VASIĆ RANKOVIĆ

University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 11080 Zemun, Serbia  
(e-mail: zbeslic@agrif.bg.ac.rs)

## Abstract

Water status of grapevine, observed as stem water potential ( $\Psi_{stem}$ ) have been investigated in field conditions on plants that were in different yields treatments. Plant water status was examined through the measurement of stem water potential ( $\Psi_{stem}$ ) at the interval of 7 – 10 days, from June to September. The research goal has been to monitor water status changes in the field conditions that might occur depending on the pruning strength. Numerous factors, from climatic to the various number of shoots and bunches, depending on the load variant, simultaneously influenced and possibly caused certain changes. Differences in yield were affected by leaving of 8 ( $v_1$ ), 16 ( $v_2$ ) and 24 ( $v_3$ ) winter buds per vine. Tree-year study showed that minimum values of stem water potential were recorded in the variant with 8 buds per vine, when the average yield was 2.03 kg per vine. The leaf area/crop weight was averagely 1.11 m<sup>2</sup>/kg in this variant. In case of the mentioned bud load,  $\Psi_{stem}$  values ranged to -0.93 Mpa (July 15, 2004) and -0.65 MPa (July 27, 2006). These values indicated on unfavorable water status in  $v_1$  than other two variants, in which the values are not decreased below -0.81 Mpa (22.7.2004) and -0.65Mpa (27.7.2006). The average yield in these variants were  $v_2=3,4$ kg per vine and  $v_3=4,8$ kg during the examined period.

When statistically relevant differences were recorded among  $\Psi_{stem}$  values of  $v_1$  and the other two bud load variants, their values considerably approached critical values which indicating the commencement of stressful conditions due to water deficit.

Key words:  $\Psi_{stem}$  - stem water potential, bud load, yield, crop load.

## Introduction

The overall exchange process, intake – transmission – consumption of water is the water regime of plants, which generally denotes the presence of water in all physiological processes. Modern studies of crop load in which special attention is paid to the achieved relationship between vegetative growth and yield are unimaginable without the tracking of changes of physiological processes in plants. Stem water potential is an important indicator of the plant's condition, and it is closely connected to other processes such as growing, fertility, accumulation of important chemical substances in a berry etc. The plant water regime is also influenced by a great number of factors – from climatic (precipitations, solar radiation, wind), soil (water retention capacity of soil, inclination), biological properties of the grapevine rootstock and cultivar, to the number of agrotechnical measures (irrigation, soil maintenance, winter and green pruning, that is yield, ampleness etc.). Therefore, the influence of particular factors on the plant water status within field conditions is very difficult to monitor, since the matter requires strict control of a large number of elements.

Leaf water potential measuring is in practice most frequently carried out in two manners, either by a psychrometer or by a Scholander Pressure Chamber, the so called nitrogen bomb. Chone et al., (2001) point out that the easiest and the quickest way to precisely measure water status of grapevine is through the implementation of a Scholander Pressure Chamber (Scholander et al., 1965), and there are three manners of

measurement: leaf water potential at pre dawn ( $\Psi_{\text{dawn}}$ ), leaf water potential at noon ( $\Psi_{\text{leaf}}$ ) and stem water potential ( $\Psi_{\text{stem}}$ ).

The authors determined medium high correlation between water potential at dawn and transpiration flow ( $r^2=0.65$ ). Leaf water potential during the day is indicator has not shown considerable differences between the experimental stem and the stem water potential. Stem water potential ( $\Psi_{\text{stem}}$ ) indicates efficiency of water transmission from the soil to the atmosphere, and the authors have concluded that it is quite appropriate as an early indicator of grapevine water deficit. The correlation between this indicator and the transpiration flow is very high ( $r^2=0.73$ ).

Data from literature indicate that results of many grapevine water status researches are contradictory, which speaks in favour of the fact that the present element control and monitoring are complex.

Naor et al., (1997) indicate that the most authors have been engaged in the investigation of the yield influenced water regime changes on the container-grown plants, while there are only few researches of vines in the field conditions. Experiment results concerning the container-grown grapevine indicate that the leaf water potential is higher with grape-bearing vines than with the plants with no yield, while data from the outdoor conditions vary. This author determined that leaf water potential is by 0.14MPa higher with the treatment of two bunches than one bunch per shoot with cultivar Sauvignon, within field conditions. Downton et al., 1987, Jones (1992), Gal and Naor (1996) have also claimed that yield influences increase in the grapevine leaf water potential. As for the field experiments, certain data have indicated that various yield does not influence changes in plant water regime. In case of non-irrigated cultivar Tempranillo, within various yields fluctuating from 6 to 11t/ha, Rubio and Yuste (2005) have registered no statistically relevant differences in leaf water potential at dawn ( $\Psi_{\text{dawn}}$ ) between the mentioned possibilities. Dufourcq et al., (2005) have similar conclusions about cultivars Duras, Malbec and Negret, since they have not noticed any relevant stem water status differences due to the yield load.

Smart and Coombe (1983), and Sivilotti et al., (2005) have reached a completely different conclusion that the leaf water potential decrease, i.e. that plant water deficit is caused by yield increase. According to the authors, a possible explanation might be that bunches utilize more water in case of water deficit, since the plant prefers the reproductive function to the vegetative one, which is shown through the decrease of the leaf water potential value.

The objective of this study was to determine a changes of grapevine water status through tracking stem water potential in the field condition as function of different yield.

## Materials and methods

Investigations were conducted on cv. Frankovka (*Vitis vinifera* L.), planted in 1994 in an experimental vineyard at the Experimental Station "Radmilovac", which belongs to the Faculty of Agriculture, University of Belgrade. The location falls within the Sumadija-Velika Morava wine region, which is characterized by Maritime Temperate or Cfb climate (Kottek et al. 2006). The vine spacing was 3 × 1 m, vines trained as a double Guyot, with 90 cm high trunks, pruned to a mix of canes and spurs. The vine row orientation was East-West. Yield was manipulated by winter pruning of vines to 8 ( $T_1$ ), 16 ( $T_2$ ) and 24 ( $T_3$ ) nodes per vine, retained on both canes and spurs. The experiment was replicated in three blocks with all three treatments in each. Each treatment replicate consisted of 15 vines selected for their uniformity. Pruning treatments continued through three seasons and measurements were taken in each of the 2004, 2005 and 2006 cropping seasons. At commercial harvest all vine bunches were counted and weighed in order to determine bunch weight.

Plant water status was examined through the measurement of stem water potential ( $\Psi_{\text{stem}}$ ) in a Scholander Chamber (Scholander et al. 1965). The measurements, which included six leaves per treatment, were carried out in the afternoon (11.00 a.m. – 1.00 p.m.), at the interval of 7 – 10 days, from June to September. Each leaf had been covered in PVC bag and allu-foil before it was taken off from the shoot (Chone et al. 2001). The Scholander Chamber model used in these examinations was PMS Instruments 3115 (USA).

All data were analysed using the analysis of variance (ANOVA). Treatment effects were compared using mean separation by LSD and polynomial contrasts. Regression analysis was conducted to determine the relationship between different factors and phenolic compounds. All analyses were performed using the Statgraphics Plus 5.1 (Statistical Graphics Corp. 2001.). All reported correlation coefficients were significant at the  $p=0.05$  level.

Results and discussion

During June and July of 2004, water potential values decreased constantly with all three bud load variants, in order to reach their minimum on July 15 and 22 (Figure 1a). One may notice that from June 27 to the end of the monitoring period, the lowest values were measured with the minimum bud load treatment ( $v_1$ ), the minimum value of -0.93MPa recorded on July 15 or -0.91MPa recorded on July 22. As soon as from the third decade of July water potential values increased up to August 20, after which the value slightly decreased. The minimum value was once again measured with the first bud load variant (-0,74MPa) at the last measurement term which was on September 1. The stem water potential differences noticed between the terms of September 15, September 22 and September 1 were tested by the analysis of variance and proven as statistically relevant.

Data concerning the stem water potential during the year 2005 are presented in the Figure 1b. Within the seasonal dynamics, one might notice rising and falling tendencies with three minimum values. The minimum values of -0.42MPa (September 18), -0.35MPa (August 15) and -0.56MPa (August 7) were recorded in the minimum load variant. As soon as the beginning of water potential measurement of the relevant vegetation until August 28, no statistically relevant differences were determined, but from that date on, considerable differences concerning  $v_1$  variant occurred on August 28 and September 7.

In terms of seasonal dynamics of stem water potential, a tendency similar to the one from the two previous vegetation years continued in the year 2006 as well (Figure 1c). All bud load levels showed the decrease in water potential value, from the first half of June to July 21. The minimum values were measured with the minimum bud load variant and that -0.56MPa (July 13) and -0.69MPa (July 21). Differences that occurred in these terms were greatly different from those in variants  $v_2$  and  $v_3$ . After the minimum value of stem water potential was measured on July 21, its value gradually increased until August 17, after which date the water potential of all three bud load variants started to decrease again, with the minimum values also recorded within  $v_1$  variant. Differences that occurred with the stem water potential of  $v_1$  variant during the three last measurement terms were greatly different. As for the experiment with cultivar Frankovka, the primary research goal has been to monitor water status changes in the field conditions that might occur depending on the pruning strength. In other words, numerous factors, from climatic to the various number of shoots and bunches, depending on the load variant, simultaneously influenced and possibly caused certain changes.

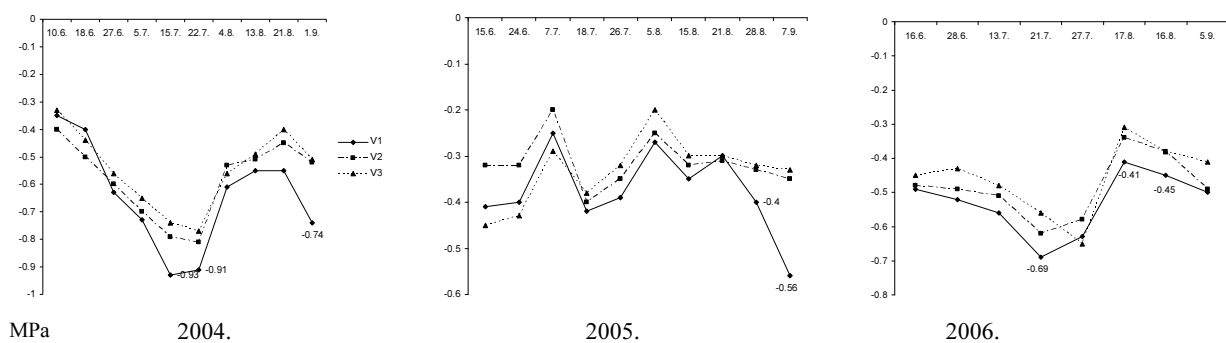


Figure 1 (a, b, c). Changes of stem water potential ( $\psi_{stem}$ ), depending of bud loads per vine during 2004. (a), 2005 (b) and 2006. (c).  $v_1$  – variant with 8 buds per vine;  $v_2$  - variant with 16 buds per vine;  $v_3$  - variant with 24 buds per vine.

Table 1. Influence of bud load per vine on average values of yield, Ravaz index (ratio between crop weight and shoot pruning weight) and ratio between leaf area and crop weight,  $v_1$  – variant with 8 buds per vine;  $v_2$  - variant with 16 buds per vine;  $v_3$  - variant with 24 buds per vine. (2004-2006).

	Yield (kg/vine)	Ravaz index (Yield/shoot pruning weight)	Leaf area/crop weight
$v_1$	2,033 <sup>a</sup>	4,34	1,11 <sup>a</sup>
$v_2$	3,440 <sup>b</sup>	3,96	1,48 <sup>b</sup>
$v_3$	4,800 <sup>c</sup>	2,95	1,67 <sup>c</sup>
Lsd 0,05	1.01668	2,30134	0,130842

It is well known that increase of number of winter buds per vine leads to increase of shoots number and leaf area per vine. Also, with an increasing bud load comes to increasing of grapes number and yield. Presented results in Table 1. shows that increased number of buds did not accompanied by expected changes in value of Ravaz index and ratio between total leaf area and grape weight. There was a greater degree of increasing of the leaf area in relation to increase of the yield per vines. Similar results presented by Murisier and Ziegler (1992), who investigated the influence of bud load on the vegetative growth and yield of cv. Chasselas. They found that increasing of the bud load affect the non-linear increase of the yield.

The influence of a particular winter bud on the  $\Psi_{stem}$  values became evident in 2004 and 2006, from the period of flowering phenophase to the full grape maturity, while in 2005 it happened after veraison.

During tree-years period of investigation, the statistically considerably lower  $\Psi_{stem}$  values were occurred within pruning variant characterized by the least winter bud load, when the average yield was 2.03 kg per vine. The leaf area/crop weight was averagely 1.11 m<sup>2</sup>/kg in this variant. In case of the mentioned bud load,  $\Psi_{stem}$  values ranged to -0.93 Mpa (July 15, 2004) and -0.65 MPa (July 27, 2006). These values indicated on unfavorable water status in v<sub>1</sub> than other two variants, in which the values are not decreased below -0.81 Mpa (22.7.2004) and -0.65Mpa (27.7.2006). The average yield in these variants were v<sub>2</sub>=3,4kg per vine and v<sub>3</sub>=4,8kg during the examined period.

When statistically relevant differences were recorded among  $\Psi_{stem}$  values of v<sub>1</sub> and the other two bud load variants, their values considerably approached critical values which indicating the commencement of stressful conditions due to water deficit.

Similar result, that is improvement of the plant water status under the influence of a greater yield is recorded by Naor et al., (1997), who, examining influence of the treatment with one and two bunches per shoot in cultivar Sauvignon, within field conditions. This author determined that leaf water potential is by 0.14MPa higher with the treatment of two bunches. The same has been confirmed by the cultivar Sauvignon researches carried out by Gal and Naor (1996), who monitored the influence of two different crop loads, indicated by the number of shoots per vine (14 and 44) and yield (9 and 32t/ha), on stem water potential ( $\Psi_{stem}$ ). The authors have determined that its values are higher in case there are more bunches per vine (-0,86MPa) than in case of a less load value (-1,06 MPa), while the number of shoots does not considerably influence the change in  $\Psi_{stem}$  value.

In their researches, Downton et al., 1987 and Jones (1992) explain yield influence on the water status regulation. These authors have concluded that the greater yield influences increase in the grapevine leaf water potential, that is that bunches may have the function of reservoirs providing shoots with water during dry periods, while at the same time berries decrease by 1% a day due to the transfer of water to shoots. In other hand, less number of shoots per vine that are obtained by leaving a less winter bud, have influenced to the increase of solar radiation and temperature in vines zone during summer months, which resulted to the increase in the intensity of transpiration and the deterioration of water status.

## Conclusion

In this investigation, stem water potential ( $\Psi_{stem}$ ) as indicator of plant water status has shown quite appropriate as an early indicator of grapevine water deficit. During tree-year period, the statistically considerably lower  $\Psi_{stem}$  values were recorded within v<sub>1</sub> variant characterized by the least winter bud load. Their values considerably approached critical values which indicating the commencement of stressful conditions due to water deficit.

## References

- Chone, X., Leeuwen, C., Dubourdieu, D., and J.P. Gaudilleres (2001). Stem water potential is a sensitive indicator of grapevine water status. *Annals of Botany*. 87. 477-483.
- Coombe, B.G. (1987). Distribution of solutes within the developing grape berry in relations to its morphology. *Am. J. Enol. Vitic.* 38, 120-127.
- Downton, W.J.S., Grant, W.J.R., and B.R. Loveys (1987). Diurnal changes in the photosynthesis of field-grown grape vines. *New Phytologist*. 105. 71-78.
- Dufourcq, T., Gontier, L., Serrano, E., and N.Ollat (2005). Leaf area and crop yield ratio: Effects on vine water status, must quality, wine quality for four varieties trained in the south-west France. *Le Progrès agricole et viticole*. 23, 503-507.

- Gal, Y., Naor, A., and B. Bravdo (1996). Effect of shoot density, crop level and crop load on fruit and wine quality of Sauvignon blanc grapes. Proc. Workshop to optimize wine grape quality. Acta Hort. 427, 151-160.
- Jones, HG. (1992). Plants and microclimate: a quantitative approach to environmental plant physiology. Cambridge University Press. Pp 428.
- Kottek MJ, Grieser C, Beck B, Rudolf, and F. Rubel (2006) World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. Meteorol. 15, 259-263.
- Murisier F., and R. Ziegler (1992). Effects of bud load and planting density on yield, grape quality, and growth of Chasselas (in: Atti del IV Simposio Internazionale di Fisiologia della Vite. Ist. Agrario, San Michele all'Adige e Univ. di Torino, Italia, 11-15 Maggio).
- Naor, A., Gal, Y., and B. Bravdo (1997). Crop load affects assimilation rate, stomatal conductance, stem water potential and relations of field-growth Sauvignon blanc grapevines. J.Exp.Bot. vol.48. 314, 1675-1680.
- Rubio, J.A., and J. Yuste (2005). Relation between soil water content, leaf water potential, physiological activity and productivity, as influenced by irrigation and yield control in cv. Tempranillo grapevines in the A.O. Ribera Del Duero. XIV Int. Gesco-Viticulture Congress, Geisenheim, Germany.
- Scholander, P.F., Hammel, H.J., Bradstreet, A., and E.A. Hemmingsen (1965). Sap pressure in vascular plants. Science. 148, 339-346.
- Sivilotti, P., Bonetto, C., Paladin, M., and E. Peterlunger (2005). Effect of soil moisture availability on Merlot: From leaf water potential to grape composition. Am. J. Enol. and Vitic. 1, 9-18.

### **Acknowledgement**

This paper was realized as a part of the project "Studying climate change and its influence on the environment: impacts, adaptation and mitigation" (43007) financed by the Ministry of Education and Science of the Republic of Serbia within the framework of integrated and interdisciplinary research.

**sa2012\_o801**

# Agro-biological and technological characteristics of four Cabernet Franc (*Vitis vinifera* L.) clones grown in Republic of Macedonia

Violeta DIMOVSKA, Klime BELESKI<sup>2</sup>, Violeta IVANOVA<sup>1</sup>, Krum BOSKOV<sup>3</sup>,  
Fidanka ILIEVA

<sup>1</sup>University "Goce Delčev", Faculty of Agriculture, Krste Misirkov bb, 2000 Štip, Macedonia  
(e-mail: violeta.dimovska@ugd.edu.mk)

<sup>2</sup>University "St. Cyril and Methodius", Institute of Agriculture, Aleksandar Makedonski bb, 1000 Skopje, Macedonia

<sup>3</sup>University "St. Cyril and Methodius", Faculty for agriculture sciences and food,  
Aleksandar Makedonski bb, 1000 Skopje, Macedonia

## Abstract

Agro-biological and technological characteristics of four Cabernet franc clones (R9, 331, 332 and 327) were cultivated on collection vineyards in the Institute of Agriculture in Skopje's winery, Republic of Macedonia. These four clones were studied during the period between the years 2005 and 2007. The purpose of this research was to compare the agro-biological and technological characteristics of the four Cabernet Franc clones. They were cultivated in the same agro-ecological conditions, which were treated with standard agro-technical and ampelotechnical measurements. We got different results for the examined parameters as a result of the variety of the clones and the ecological conditions during the years of the research. It was posited that the yield is the steadiest at the 331 Cabernet franc clone with variation factor of 11.64, while the biggest variation of 27.23 was noticed at the 327 cabernet franc clone. As to the chemical composition of must, the major sugar content was measured in the wines from the 331 clone, which were produced in 2005 and 2007, but there wasn't a significant difference in the content of the titratable acidity of the wines that were produced from different clones in different years of harvest. The wines from the harvest in 2007 have smaller alcohol content (11-12 vol%) than the wines from 2005 and 2006. The highest content of the total anthocyanins was measured in the wine from the R9 clone during the all years of the research. This wine form the R9 clone characterizes with the highest average wine – tasting assessment of 17,5 points.

Key words: Cabernet franc clones, yield, sugar, total acids, alcohol, anthocyanins

## Introduction

In the world, especially in the big wine-growing countries as France, Italy, Australia and so on, it is worked on the upturning of the assortment with clone selection and production of plant material from variation with better quality like Merlot, Cabernet sauvignon, Cabernet franc etc. Studying the clones and getting more real knowledge about their agro-biological and technological characteristics it's of a great importance for their further distribution and cultivation. The clones from one variety differ from the population with a better quality of the grape and of the produced wines (ENTAV-INRA, 1995). Also, the clones have some different characteristics (yield, mass of the grape, sugar content, titratable acidity and anthocyanins), which is result of the variety of the clones and the influence of the conditions during the cultivation process. The selected Cabernet franc clones, which characterize with larger yield and grapes with higher mass, give wines less quality than the clones which didn't have so good characteristics (Mazza et al., 1999).



The four examined Cabernet franc clones can be found mostly in France, Italy and other European countries, which produce wines with recognizable flavor with fruits aroma, bigger content of tannins, anthocyanins etc. This cultivar is cultivated in R. Macedonia, but until now its clones weren't examined. Because of that, the aim of this research was to find the agro-biological and technological characteristics of the clones R9, 331, 332 and 327, from the Cabernet franc, and also the chemical content and the aroma character of the wines that were produced from these four clones.

### **Material and methods**

In this research we had four clones from the Cabernet franc breed, which were the clones 331, 332 and 329 from France and the clone R9 from Italy (Rauscedo).

The process of cultivation was a fruit-wall with two legged Guyot way of pruning, distance of planting of 2.5m between the lines and 1.3m between the grapevines in line with an optimal strain of 22 buds by grapevine. Regular agro-technical and ampelo-technical measures were applied. From each clone in the research, we used 30 vines or 3 repetitions of 10 vines.

From agro-biological characteristics we analyzed the yield in kg/m<sup>2</sup>, and from the chemical content of the must (the sugar content and the total vinegars) and the quality by means of the chemical content and the wine-taste assessment. From the chemical content of the must, the content of the sugar is specified with refractometer, and the total amount of vinegars with titration of n/4 NaOH.

From all of the clones, the grapes used for wine production were taken during the phase of technological maturity, and micro-vinification was done. Then it is sulfured with 80 mg/L SO<sub>2</sub>, and the vinous yeast (ferment) *Saccharomyces cerevisiae* is added. After the end inclement fermentation, it is pressed and the wine that we get is put in vitreous balloons in order to complete the fermentation. The wines were poured off twice, and with every pouring the content of the SO<sub>2</sub> was rectified. After the second pouring off, a chemical analysis of the wines was done with usage of I.O.V. (International organization of vine and wine) methods. The alcohol content and the extract were specified with the pycnometer method and the content of anthocyanins was specified with the spectrophotometry method (Standard ISO 5495, 1983).

### **Results and discussion**

Results about the quantity of the harvested grape from the examined clones are shown in the table 1.

During the examination period (2005/2007), all of the clones were in the same conditions, but the largest average yield had the clone 332 (3.942 kg/m<sup>2</sup>), and the smallest had the clone 327 (2.637 kg/m<sup>2</sup>). After some years, the biggest variation was noticed at the clone 327 with variation factor of 27.23 and the clone 322, with a variation factor of 20.60.

**Table 1. Yield of grape kg/m<sup>2</sup>**

Clones	2005	2006	2007	2005/2007	CV%
R9	3.656	2.760	3.970	3.462	17.96
331	3.136	2.750	2.490	2.796	11.64
332	4.291	3.014	4.522	3.942	20.60
327	2.450	2.030	3.430	2.637	27.23

In the second table are shown the results from the content of sugar and total anthocyanins in the must per breed/clone and per year. The content of sugar and total anthocyanins and their ration are one of the most important parameters, which are the basis for the assessment of the grapes quality for one breed/clone. The average sugar content in the must of the R9 clone is between 204 g/L and 213 g/L. Beside this, in 2005 all clones had larger sugar content as a result of the smaller load eyelets carrying grapes, because the plantation is in the first year of harvest. These variations per year are statistically insignificant except about the clone 331 (CV% 11.86).

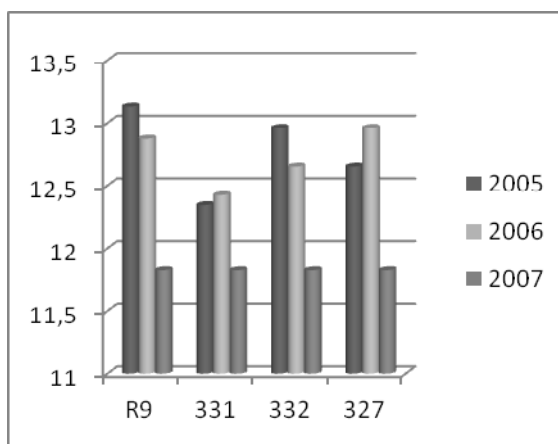
The average content of the total acids is from 6.0g/L at the clones 332 and 327 to 6.4 g/L at the clone R9. It is balanced during the years of the research and the differences are statistically insignificant (CV% from 1.64 for clone 332 to 4.76 for clone331).

Table 2. Content of sugar and total acids in the must (g/L)

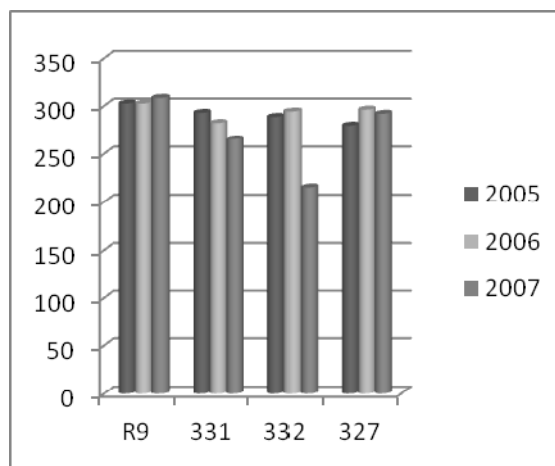
Clones	2005		2006		2007		2005/2007		CV%	
	sugar	TA	sugar	TA	sugar	TA	sugar	TA	sugar	TA
R9	218	6.3	199	6.7	196	6.3	204	6.4	5.84	3.59
331	228	5.9	184	6.4	226	5.9	213	6.1	11.9	4.76
332	210	6.1	204	6.2	217	6.0	210	6.0	3.09	1.64
327	226	6.2	202	6.0	201	5.7	210	6.0	6.75	4.22

Legend: T/A – total acids, CV%- variation factor

As to the alcohol content, it was posited that the wines have from 12.20 vol% of the clone 331 to 12.60 vol% of the clone R9. The wines from the harvest in 2007 have smaller alcohol content in ration with the wines from the harvest in 2005 and 2006. The reason for these differences is the smaller sugar content in the must from the grape in 2007.



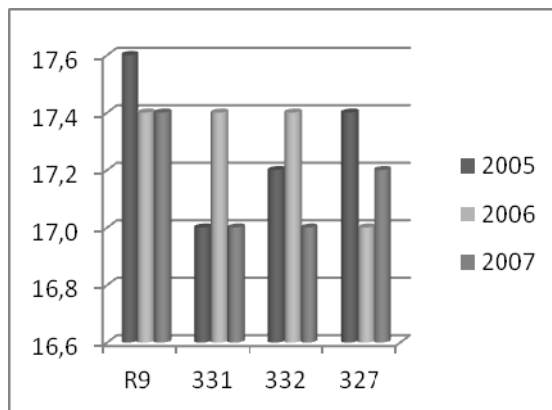
Graph 1. Content of alcohol (vol%)



Graph 2. Content of total anthocyanins (mg/L)

One of the most important parameters for a red wine quality is the content of total anthocyanins, which depend of the breed, vine load, the level of grape maturity, the pressing, the length of the maceration, the temperature of fermentation and so on. It was posited that the wine from the clone R9 has largest content of anthocyanins (304.3 mg/L), and has a small variation during the years of the examination.

## Agro-biological and technological characteristics of four Cabernet Franc (*Vitis vinifera* L.) clones grown in Republic of Macedonia



Graph 3. Degustation rating (points)

The smallest content of anthocyanins was measured in the wine from the clone 332 and it was posited that it has the biggest variation during the years of the examination. The wine-tasting assessment and the chemical analysis are the most important parameters, which give the quality to the wine. The wine-tasting points of the examined wines are given in the graph. 3.

Degustation grade of the wine is one of the leading characteristics and together with the chemical analysis determines the wine quality. Points from the degustation of the examined wine are presented in Graph.3. The average degustation grades are from 17.1 for the wine form clone 331, 17.2 (clones 332 and 327) to 17.4 points for the wines from clones R9. In the examination years, wines from clone R9 have high grading stability in terms of wine from the other three clones (331,332 and 327).

### Conclusion

On the basis of the results from the yield, sugar content and total acids in the must, the alcohol content and the total anthocyanins in the wine, the wine-tasting assessment, and their balance during the examination period, the cabernet franc clone R9 is the one that distinguish from the others. With this clone we will improve the quality of red wines in R. Macedonia with usage of the proper technology.

### References

- Balík J., Kumšta M. (2009). Evaluation of Colour Content in Grapes Originating from South Moravia. Czech Journal of Food Science, 26, S18–S24.
- ENTAV-INRA.(1995). Catalogue of Selected Wine Grape Varieties and Clones Cultivated in France. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. CTPS.
- International standard ISO 5495 (1983): Sensory analysis–Methodology–Paired comparison test.1-6
- Jones G. V., Davis R. E. (2000). Climate Influences onGrapevine Phenology, Grape Composition,and Wine Production and Qualityfor Bordeaux, France. American Journal Enology and Viticulture, 51(3), 249-261.
- Lemoigne M., Maury C., Bertrand D., Jourjon F. (2008). Sensory and instrumental characterisation of Cabernet Franc grapes according to ripening stages and growing location. Food Quality and Preference, 19(2), 220-231.
- Mazza G., Fukumoto L., Delaquis P., Girard B., Ewert B. (1999). Anthocyanins, phenolics, and color of Cabernet Franc, Merlot, and Pinot Noir wines from British Columbia. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 47(10): 4009-4017).
- Stefanini M., Porro D., Colugnati G., Voltolini J.A. (2003). Interactionc.v. Cabernet franc/ terroir in Northeastern Italy. Acta Horticulture (ISHS) 603:627-632.
- The Catalogue selected wine grape varieties and clones cultivated in France. (2009). Eds.Boidron, R. etol. Ministry of Ag. Fisheries and Food.Pp 192-193
- The Catalogue Selected Wine Grape Varieties and Clones Cultivated in France (2001). Eds. Boidron, R. et al. Ministry of Ag. Fisheries and Food. pp 192-193.

Yamane T., Jeong S.T., Goto-Yamamoto N., Koshita Y., Kobayashi S. (2006). Effects of temperature on anthocyanin biosynthesis in grape berry skins. *American Journal of Enology and Viticulture*, 57, 54–59.

Van Leeuwen C., Friant P., Choné X., Tregoat O., Koundouras S., Dubourdieu D. (2004). Influence of Climate, Soil, and Cultivar on Terroir. *American Journal Enology and Viticulture* 55(3), 207-217.

**sa2012\_o802**

# Some quality parameters investigated in Sultani Çekirdeksiz (*Vitis vinifera* L.) clones during ripening period

Zeki KARA<sup>1</sup>, Fadime ATES<sup>2</sup>, Ali SABIR<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Selçuk, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, 42003 Konya, Turkey  
(e-mail: zkara@selcuk.edu.tr)

<sup>2</sup>Viticultural Research Institute, 45000 Manisa, Turkey

## Abstract

Sultani Çekirdeksiz (SC) is the most important grape cultivar cultivated in Turkey, produced for raisin and table grape purposes. Manisa Viticultural Research Institute (MVRI) selected 4 clones during 1989-1997 periods out of a Sultani population for Egean Region for different usage purposes. In this research, some quality parameters such as yield, cluster number, berry weight, cluster weight, berry shape index, soluble solids of must, pH, titration acidity, P-value, berry color and ripening index of selected clones were studied during the ripening periods. In addition, traditional raisin and table grapes were also used for a more logical comparison of the studied clones. There were markedly significant variation recorded in the field observations and laboratory analyzes with respect to the traditional quality components as well as electrochemical parameters. Clonal variations reflected in all measured quality parameters. S4 selected for table grape and raisin purpose performed best for ripening index.

Key words: Sultani Çekirdeksiz, clones, table grape, raisin, quality parameters

## Introduction

Fresh grape (*Vitis vinifera* L.) production is 66.41 million ton in 7.32 million ha area during 2009-2010 period and main producers are Italy, Spain, France, USA, China and Turkey. The grape production in Turkey is 3.61 million tons on 0.48 million ha of viticulture area (FAO, 2011). Around the world, 64% of total production has been used for wine production, 21% for raisins, 8% for fresh table grape consumption, and 7% for other minor processing purposes. There has been a producing about 400.000 ton raisins yearly in Turkey, the important raisin producer country in the world. About 40-50% of world raisin production has been carried out by Turkey (Kara 2007).

The quality of the raisins and table grapes can be monitored by employing the conventional and recently developing electrochemical methods. The P value, a calculated numeral derivative from the pH-value, designates the redox potential and the electrical conductivity, and is calculated by  $P=Eh^2/R$  equation. This equation appears to be a possibly valid method, incorporating the electrochemical values in a single number. In the food quality researches, the P-value is to the fore factor. In fact, food with low redox values is named as “rich of electrons” and “very energetic”. This can be interpreted as more advantageous for consumers (Heilmann, 2000).

The clonal selection studies were carried out for choosing productive, high quality clones on SC variety. MVRI selected SC clones, S1 was selected for raisin production, S5 and S6 were selected for table grape production and S4 was selected for table grape purpose by Ilgin et al. (1999) in Egean Region among Sultani population.

In this research, the effects of clones (clonal variation) on some quality parameters such as yield, cluster number, berry weight, cluster weight, berry shape index, soluble solids of must, pH, titration acidity, P-value, berry color and ripening index were studied.

## Materials and methods

This research was held in MVRI Turkey during the 2008 vegetation periods in Manisa province. Manisa is located at 71 m above sea level, and 38°36" East and 27°24" North hemisphere. According to the climatic records of state meteorology station, in vegetation period the day number with the average temperature above 10 °C was 271, from 27th February to 23rd November 2008. Mean temperature was 21.5 °C, and the sum of effective temperature was 2880.3 °C. Annual precipitation was 480 mm, and relative humidity was 60.5.

SC was used by two different cultivation techniques as raisin (SC r) and table grape SC tg) production purpose which was used for understanding the differences of selected clones as S, S4, S5 and S6.

Samples were collected during ripening period by a week intervals and at local harvest time for determine the varietal and cultivation differences. Samples were collected during ripening period from 08,07,2008 to 06,08,2008 for each analyze.

In the field, yield (kg vine-1) was determined by weighting all the clusters on 10 vines and mean cluster weight were determined by using 10 clusters for each clone. Cluster numbers (n) was determined by observing all clusters on 10 vines for each grape genotype.

In the laboratory, berry weight (g berry-1) was determined by 100 berries collected from 10 clusters. Berry shape index (l/w) was calculated by 100 berries collected from 10 clusters. Soluble solids of must (°Brix) analyzed by hand refractometer (Atago 9313), PH was determined by pH meter. Titration acidity (tartaric acid) was analyzed by titration method (Anonymous 1997). P-value was tested in sample juices by the Bio-Electrical Terrain-Analysis (BE-T-A) from MED Tronic MT 732-Full-Microprocessor-Controlled System (Heinrich and Rey, 1997). Berry color was determined by cromometer (Konica Minolta CR400 with the Hunter scale, L, a, b; McGuire 1992).

The researches were designed as 3 replicated randomized parcels. Data were analyzed using SPSS for Windows 12.1, and graphs were performed by Windows Excel.

## Results and Discussion

### Yield

Yield values (kg vine-1) of SC clones were recorded 22.39, 19.11, 16.43, 11.92, 11.05 and 7.62 kg vine-1 that from SC r, SC tr, S5, S1, S6 and S4 respectively (Tab. 1). The highest yield value was obtained from SC r as 22.39 kg/vine -1 and least yield was observed from S4 clone as 7.62 kg/vines-1. The difference between S4 and SC r was about 3 fold. There was also two fold difference between S4 and S5 clones.

### Cluster numbers

Cluster numbers were determined as 62.33, 32.3, 29, 27, 27 and 25 from SC r, SC tg, S1, S5, S6 and S4 respectively (Tab. 1). The maximum cluster number SC r was almost 2 fold the other clones. There were close values of cluster numbers among the clones S1, S4, S5 and S6.

### Berry weights

Single berry weights were observed between 1.68 g from SC r which was for raisin production purpose and 3.04 g from SC tg which was for table grape (Tab. 1). Because of the much more gibberellins application for table grape production the biggest berries was obtained. There was only one gibberellins application as 20 ppm at the end of fruit set in Turkish raisin industry.

### Cluster weights

Cluster weights of the clones were 604.37 g, 602 g, 454.6 g, 389.8 g, 375.3 g and 357.23 g from SC tg, S5, S6, S1, S4 and SC r respectively (Tab. 1). Because of gibberellins application SC tg cultivated for table grape purpose cluster weights were the maximum but S5 was differed among the other clones that is also attributed to its genetic difference.

**Some quality parameters investigated in Sultani Çekirdeksiz (*Vitis vinifera* L.) clones during ripening period**

**Table 1. Yield, cluster numbers, berry and cluster weights value of SC clones.**

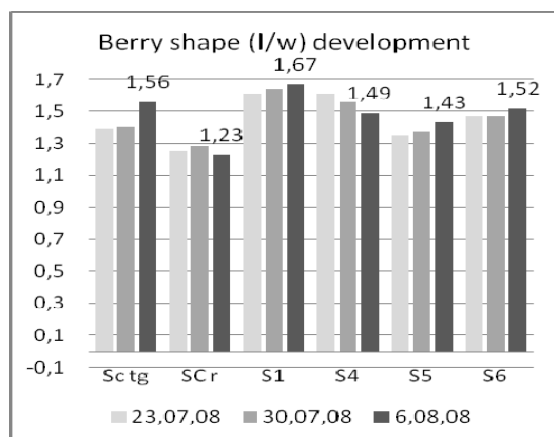
Clones	Yield (kg vine <sup>-1</sup> )	Cluster number (n)	Berry weight (g)	Cluster weight (g)
SC tg	19.11	32.30	3.04	604.37
SC r	22.39	62.33	1.68	357.23
S1	11.92	29.00	2.09	389.80
S4	7.62	25.00	2.56	375.30
S5	16.43	27.00	2.85	602.00
S6	11.05	27.00	2.86	454.60

**Berry shape index (l/w)**

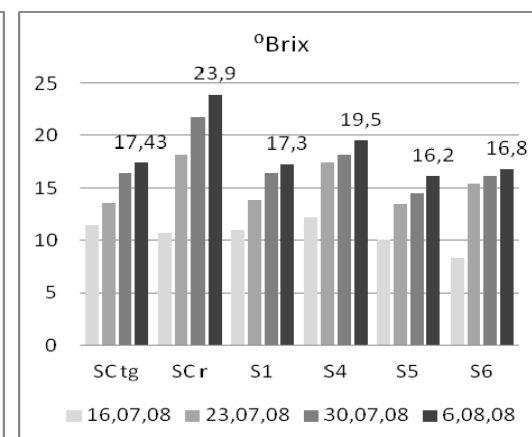
Berry shape can be described as oblate and/or ovate (Anonymous 1997) in all clones, and shape index (l/w) were calculated as 0.81 from SC r, 0.7 from S5, 0.67 from S4, 0.66 from S6 and 0.6 from S1 at the harvest (Fig. 1). Main difference can be arisen from genetic variations of clones.

**Soluble solids of must (°Brix)**

Soluble solids of must gradually rose up during ripening in all clones. At the harvest °Brix values were measured as 23.9 for SC r, 19.5 for S4, 17.43 for SC tg, 17.3 for S1, 16.8 for S6 and 16.2 for S5 (Fig. 2). The highest °Brix was obtained from SC cultivated for raisin, and the other clones' °Brix values were typical for table grape of SC including multipurpose clone S4.



**Figure 1. Berry shape index (l/w) course of SC clones for trough to harvest**



**Figure 2. Soluble solid content course of fruit juice (°Brix) of SC clones for trough to harvest**

**PH**

PH in the table grape must have a fundamental role in taste of a given variety as it affects phenol stability (Piljac-Žegarac 2009). PH values of the must increased trough to harvest in all clones that were recorded as 3.87 from S4, 3.74 from S1, 3.73 from S6, 3.72 from S5, 3.67 from SC r, and 3.64 from SC tg (Fig 3).

**Titration acidity**

Titration acidity values decreased gradually during ripening. The values were 8.75 (S1), 8.29 (SC tg), 7.65 (SC r), 7.25 (S5), 6.94 (S4), 6.89 (S6) at the must of harvested clusters (Fig 4). The most rapid acid decreasing obtained S5 clone but at the harvest least acidity analyzed from S4 clone.

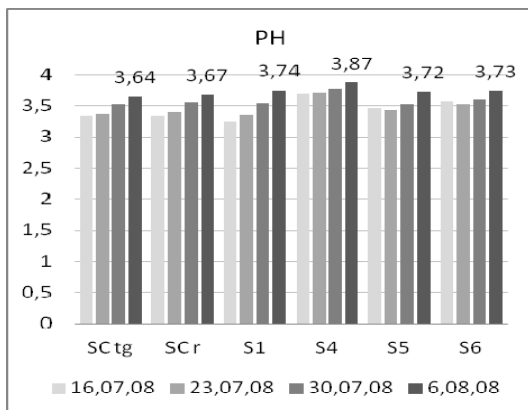


Figure 3. PH course of fruit juice of SC clones for trough to harvest.

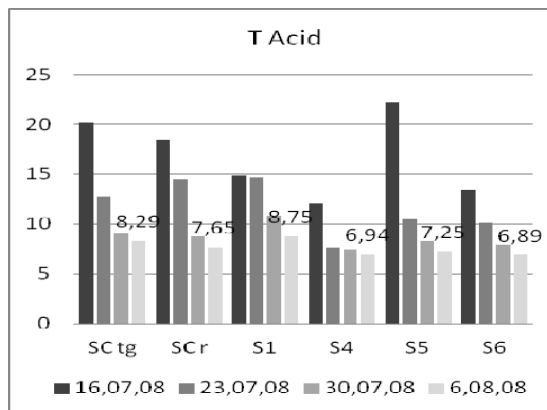


Figure 4. Total acidity (g/L) course of fruit juice of SC clones for trough to harvest.

**P-values**

P-value ( $\mu W$ ) can be indicated as a parameter for quality description, and give us wider range than some conventional quality parameters that calculated from redox potential, pH-value and electrical conductivity, indicating the activity of electrons. Low P-value was suggested health promoting (Kara et al. 2008). P vales rose up during ripening in all SC clones that were recorded as 141 (SC r), 139 (S4), 127 (SC tg), 126 (S1 and S5) and 124 (S6) at harvested fruit juice (Fig 5). P-value determinations could be helpful for conventional grading methods that have been using as traditional methods in grape and raisin industry (Kara et al. 2008). S6 performed best for electrochemical parameter p value.

**Berry colors**

Berry color of the clones were determined as L, a, b that were also differed by clones. L values were between 47.5 (S6) to 43.16 (S4), a values were between 17.77 (SC r) and 13.62 (S4), b values were determined between 7.81 (S6) and 5.87 (S1) (Fig. 6). Color values were close to those referred by Kara et al. (2008)

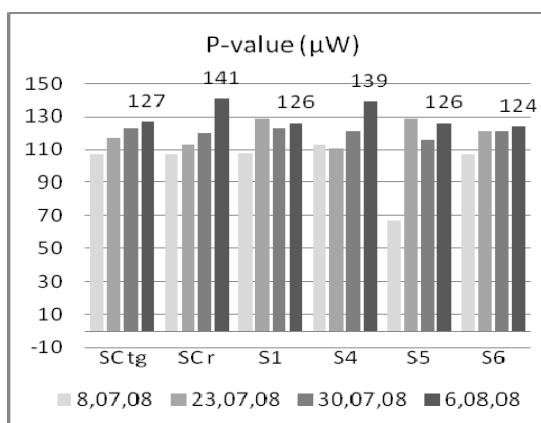


Figure 5. P values ( $\mu W$ ) course of fruit juice of SC clones trough to harvest.

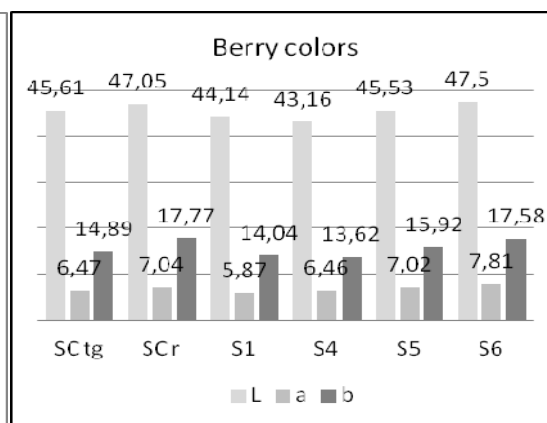


Figure 6. Berry colors (L,a,b) of SC clones.



## Some quality parameters investigated in Sultani Çekirdeksiz (*Vitis vinifera* L.) clones during ripening period

### Ripening indexes

Ripening index ( $^{\circ}\text{Brix} / \text{Titration acidity}$ ) of SC cultivated for raisin production found as 31.24 at harvest time, and S4, S6, S5, SC tg, and S1 followed it as 27.95, 24.38, 22.34, 21.03 and 19.77 respectively (Fig 7). Among the clones S4 selected for table grape and raisin purpose performed best for ripening index.

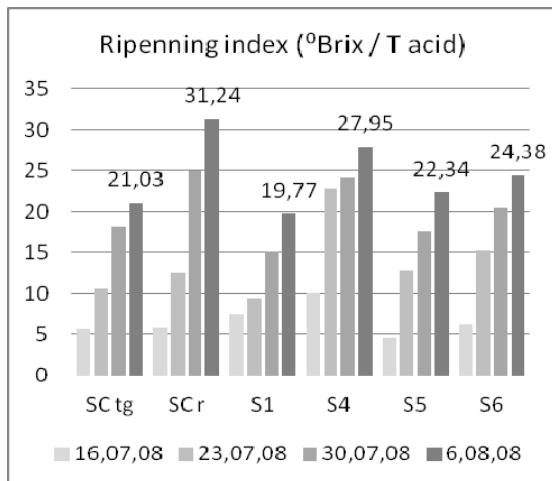


Figure 7. Ripening index ( $^{\circ}\text{Brix} / \text{Titration acidity}$ ) course of SC clones for trough to harvest.

### References

- Anonymous (1997) Descriptors for Grapevine (*Vitis* spp.), International Plant Genetic Resources Institute, Rome. 62 p.
- FAO (2011) [www.faostat.fao.org](http://www.faostat.fao.org) Accessed on 2 Now 2011.
- Heilmann H (2000) Methodologische Konsequenzen aus Vergleichsuntersuchungen an ökologisch und konventionell erzeugten Äpfeln. 7. Internationale Tagung elektrochemischer Qualitätstest. Veitshöchheim.
- Heinrich H, Rey CH (1997) Lebensmittelqualität und elektrochemie, in: Vom Lebendigen in Lebensmitteln, M. Hoffmann [Hrsg.], Deukalion-Verlag.
- Ilgın C, Ozturk H, Kader S, Erdem A, Gokcay E (1999) Ege Bölgesinde yetiştiriciliği yapılan bazı çekirdeksiz üzüm çeşitlerine ait tiplerin belirlenmesi üzerine araştırmalar, TC Tarım ve Köyşleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar genel Müdürlüğü Yayın no 80 46s.
- Kara Z (2007) Sustainable viticulture activities in Turkey, *Agricultura*, 1-2(61-62): 128-139.
- Kara Z, Akay A, Ateş F, Yağmur B (2008) The P-value as a tool for quality measurements in grape industry. 31. World Congress of Vine and Wine, 6. General Assembly of the O.I.V., Growing Techniques: Sustainability and Specificity of Production, 15-20 June 2008, Verona-Italy.
- McGuire RG (1992) Reporting of objective color measurements. *HortScience* 27 (12): 1254-1255.
- Piljac-Žegarac J, Valek L, Martinez S, Belščak A (2009) Fluctuations in the phenolic content and antioxidant capacity of dark fruit juices in refrigerated storage. *Food Chemistry* 113: 394-400.

### Acknowledgement

The authors would like to thank the Ministry of Agriculture and Rural Affairs of Turkey, and Selcuk University of Scientific Research Foundation (BAP) for funding this study.

sa2012\_0803

# Physico-chemical properties of sandy deposols and their convenience for grapevine growing

Vlado LIČINA, Ivana TRAJKOVIĆ, Nebojša MARKOVIĆ, Zoran ATANACKOVIĆ

University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 11080 Belgrade, Serbia  
(e-mail: ivana.trajkovic@agrif.bg.ac.rs)

## Abstract

Sandy deposols, type of anthropogenic soils, become after coal mine tailing a consequence of storage of surface layers which was over the coal. Quantity of excavated soil is huge (3,5m<sup>3</sup> deposols per tone of coal). Nowadays, surfaces which is covered with deposol of power plant Kostolac (Serbia), where is conducted this experiment, are near to 4000ha, but increasing every year (over 50 ha per year). In last 20 years there are not act on recultivation. In present research it was analysed basic chemical and physical properties of this soils and also it was analysed content of trace elements and heavy metals. Sandy deposols belongs to gravelly gravelly loamy sand and it could be appropriate for grapevine growing. The tailing soil have low alkaline pH (pH (H<sub>2</sub>O) 8.31-9.13 and pH (KCl) 7.59-8.30). Very low organic C (0.015-1.231%) and low content of all of the essential macronutrients, not sustain crop growth without fertilizers addition. Content of trace elements is under the maximum permissible concentration, apart from nickel which concentration is near to limit (maximum permissible concentration is <50mg/kg).

Key words: sandy deposol, grapevine, loamy sand, nickel

## Introduction

Surface coal exploitation process made an impact to the environment by producing massive soil tailings stocks with very heterogeneous physico-chemical properties. The rehabilitation of such tailing soils, disposed near the one of the biggest thermal power plants' in Serbia (Kostolac), are planed in order to reestablish the plant production on this respective area (cca 4000 ha), and to improve the local surrounding from the ecological aspect. The long-term goal is the creation of self-sustaining agricultural production on these soils, as measure of legal policy of their obliged returning to the state similar to pre-mining conditions. This is usually associated with the complex problem of tailings low fertility, their bad physical properties, and increased accumulation of heavy metals from subsoil layers. This late problem is generally emphasized with the lack of humus layer, which has not been preserved in the past from the topsoil above the open coal mine pits. Therefore, heavy metals are concentrated in the root zone, inducing a problem of tailings' pollution and their reclamation, especially in assessing whether grown crops absorbs heavy metals at a level likely to constitute hazard to animals and man. This problem is best investigated by growing one or more test crops, in either pots or field trials (Davis, 1983, Wang et al.,2002

## Material and methods

The studying area concerned the location near the open coalmine pit at the one of the largest national coalmine power plant (Kostolac), located about 50 km from Belgrade, capital of Serbia. Tailing soil samples (two) were collected by bulking technique, to the depth of 0-30 cm, 30-60 cm and 60-90 cm and brought in adequate polythene bags to laboratory where they were air-dried and prepared for physico-chemical analysis. The determination of total content of heavy metals (Cu, Co, Cr, Pb, Ni, Cd, As) in tailings was carried out by AAS (Varian SpectraAA 2200), in flame acetylene/air, after digestion with HNO<sub>3</sub>, with the addition of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

Basic chemical properties of tailing soils: pH (potentiometric method), CaCO<sub>3</sub> (volumetric method by Sheibler), organic C (Tjurin's method modified by Smakov), total N (method by Kjeldahl), available N (Brammner's method), AL-available, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O (method by Egner-Rhiem). Soil texture of deposols were determined by procedure of wet sieving (fractions greater than 0.05mm) and pipette method (fractions less than 0.002mm). Disintegration of soil to fractions was done with Na pyrophosphate (The research and determining methods of physical soil properties, Yugoslav Society for Soil Study, Novi Sad, 1997) (procedure 1). However, this method is checked with modified pyrophosphate method (Dugalic and Gajic, 2005) (procedure 2).

### Results and discussion

The results were in the range of expected values, where sandy deposols contain a certain coarse fragments percentage, the high content of sand mechanical fraction, after that is powder mechanical fraction and very low content of clay mechanical fraction (table 1).

Table 1. The content of mechanical fraction (%) in the test sandy deposols before the recultivation (Procedure 1)

Sample	Coarse fragments and rock outcrops < 2mm	Sand 2-0.05 mm	Silt 0.05-0.002 mm	Clay <0.002mm	Soil texture
1	14.32	68.48	12.27	4.93	gravelly loamy sand
2	14.28	68.92	11.69	5.11	gravelly loamy sand

Table 2. The content of mechanical fraction (%) in the test sandy deposols before the recultivation (Procedure 2)

Sample	Coarse fragments and rock outcrops < 2mm	Sand 2-0.05mm	Silt 0.05-0.002 mm	Clay <0.002mm	Soil texture
1	14.21	67.01	12.26	6.52	gravelly loamy sand
2	14.33	67.59	11.67	6.41	gravelly loamy sand

Repeated analysis with a different sample preparation in procedure 2 gave the higher percentage of clay mechanical fraction (1-2%). This result was expected, because the modified pyrophosphate method involves procedure of mechanical and thermal sample processing and better peptization of mechanical fraction related with standard pyrophosphate method (table 2). Although it was given different results in two analysis, in both cases tested sandy deposols belong to gravelly loamy sand by U.S. classification (USDA).

Soils have low alkaline reaction with no carbonate content (table 3). Organic matter is very low (organic C and total N) especially in the deepest layer. Content of available phosphorus is low, but it is increased with depth. Potassium has greatest content in top layer, but not enough for vineyard (table 4).

Heavy metals analysis in sandy deposols, indicated that their potential accumulation in plant material can be expected only for nickel, its content is close to the critical concentration of 50 mg/kg. Heterotrophic microorganisms that operate at neutral pH can mobilize the metal from a sulphide mineral by complexation using biodegradable chelating agents they produce (Brandl and Faramarzi, 2006, Fosso-Kankeu, 2011). It can be noticed also higher concentrations of iron and manganese, but it can not contribute to land pollution. With the exception of nickel, in any sample analyzed there is not higher concentration than the permissible for unpolluted soil (maximum permissible levels Cu<100mg/kg; Zn<300mg/kg; Co<50mg/kg; Pb<100mg/kg; Ni<50mg/kg; Cr<100mg/kg)(Kastori, 2003) but should pay attention to adsorption of these elements by plant's organs. The values obtained for total cadmium content indicate that this heavy metal in sandy deposols was found in trace amounts (table 5).

Table 3. Basic chemical properties of sandy deposol, sample 1

Soil layer	pH	pH	C	Total N	C/N
cm	H <sub>2</sub> O	nKCl	%	%	
0-30	9.04	7.72	0.923	0.016	57.7:1
30-60	9.13	8.30	0.770	0.028	27.5:1
60-90	9.05	8.22	0.015	0.010	1.5:1

Soil layer	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> +NO <sub>3</sub> -N	kg N/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
cm	mg/kg	mg/kg	mg/kg	kg/ha	mg/100g	mg/100g
0-30	7.0	6.3	13.3	59.85	3.2	7.7
30-60	4.2	2.8	7.0	31.5	6.0	4.3
60-90	3.5	0.0	3.5	15.75	7.2	4.3

Table 4. Basic chemical properties of sandy deposol, sample 2

Soil layer	pH	pH	C	Total N	C/N
cm	H <sub>2</sub> O	nKCl	%	%	
0-30	8.77	7.59	1.231	0.035	35.3:1
30-60	8.43	7.63	0.610	0.030	20.3:1
60-90	8.31	7.59	0.501	0.044	11.4:1

Soil layer	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> +NO <sub>3</sub> -N	kg N/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
cm	mg/kg	mg/kg	mg/kg	kg/ha	mg/100g	mg/100g
0-30	7.0	3.5	10.5	47.25	6.3	5.0
30-60	3.5	2.8	6.3	28.35	5.6	4.0
60-90	3.5	6.3	9.8	44.10	6.2	3.5

Table 5. The total content of trace elements and heavy metals before the reclamation proces

Sample	Fe	Mn	Cu	Zn	Co	Ni	Cr	Pb	Cd
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
(0-30cm)	1.27	333.65	6.75	16.95	9.48	46.12	28.91	13.5	<0.05
(30-60cm)	1.28	333.25	6.5	16.75	9.48	46.54	28.91	13.75	<0.05
1 (60-90cm)	1.34	336.95	6.75	17.1	9.73	46.02	30.18	12.45	<0.05
2 (0-30cm)	1.29	349.05	6.35	16.6	8.87	42.83	28.22	12.4	<0.05
2 (30-60cm)	1.18	336.95	6.4	16.35	8.67	42.83	26.57	11.95	<0.05
2 (60-90cm)	1.13	337.95	6.15	16.45	8.72	43.86	29.05	12.75	<0.05

## Conclusions

Sandy deposols in this investigation belongs to gravelly sand. Soil texture indicate that they could be appropriate for grapevine growing. Content of organic matter and macronutrients is very low, but it could be improved by addition of mineral or organic fertilizers. Grapevines can be grown in a wide variety of soil types, the most important characteristics are good internal drainage and adequate depth.

Heavy metals analysis indicate that only exist risk of nickel accumulation in plant organs. It is necessary to monitor whether nickel would be eventually able to translocate in to the fruit due to the good mobility of nickel through plant tissues.

## References

- Brandl H., Faramarzi M. A. (2006). Microbe-metal-interactions for the biotechnological treatment of metal-containing solid waste. *China Particuology*. Vol. 42, pp. 93–97.
- Creasy G., Creasy L. (2009). *Grapes*. CABI Head Office. Wallingford. UK.
- Davies B. E. (1983). Heavy metal contamination fom base metal mining and smelting implications for men and his environment. In: I. Thornton (Ed). *Applied Environ. Geochemistry*. Academic Press Inc. London pp. 425-462.
- Dugalic G., Gajic B. (2005). *Pedologija*. Agronomski fakultet Čačak.

## Physico-chemical properties of sandy deposols and their convenience for grapevine growing

- Fosso-Kankeua E., Mulaba-Bafubiandia A. F., Mambab B. B., Barnardc T. G. (2011). Assessing the effectiveness of a biological recovery of nickel from tailing dumps. *Minerals Engineering*. Vol. 24, Issue 5, April 2011, Pages 470-472.
- Wang J., Kim D.W., Cha D.K., Huang C.P. (2002). Heavy metal removal by activated sludge: influence of *Nocardia amarae*. *Chemosphere*. Vol. 46(1):137-42.
- The research and determining methods of physical soil properties, Yugoslav Society for Soil Study, Novi Sad, 1997.
- Soil Analysis, Part 1, Physical and Mineralogical Methods, 2<sup>nd</sup> edn. American Society of Agronomy, Medison, Wisconsin p.p. 383-411.
- Kastori Rudolf R., Sekulić Petar Đ., Petrović Novica M., Arsenijević-Maksimović Ivana (2003), A review of domestic and foreign legislation regulating limit values of heavy metals in soil, *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, iss. 38, pp. 49-58

**sa2012\_0804**

# Resistance of table grape varieties with different ripening times to low winter temperatures

Saša MATIJAŠEVIĆ<sup>1</sup>, Dragoljub ŽUNIĆ<sup>1</sup>, Slavica TODIĆ<sup>1</sup>, Zoran BEŠLIĆ<sup>1</sup>,  
Zorica RANKOVIĆ - VASIĆ<sup>1</sup>, Bratislav ĆIRKOVIĆ<sup>2</sup>, Vera VUKOSAVLJEVIĆ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 11080 Zemun, Serbia  
(e-mail: sasam@agrif.bg.ac.rs)

<sup>2</sup>University of Priština, Faculty of Agriculture, Jelene Anžujске bb, 38228 Zubin Potok, Kosovo

<sup>3</sup>University of Kragujevac Faculty of Agronomy, Cara Dušana 34, 32000 Čačak, Serbia

## Abstract

The aim of this study was to investigate the resistance of winter buds to low winter temperatures on eight table varieties of different ripening time. The study was conducted during vine dormancy at three testing dates during winter i.e. over the last ten days of the three winter months of December, January and February. At the first, second and third dates, the air temperature in the freezing chamber was reduced to -15 °C, -20 °C, and -10 °C, respectively. The analysis of the average values for the study period shows that Muscat Hamburg and Smederevo Muscat had the lowest and highest average percentage of completely frozen buds (48.97% and 58.84%, respectively). The average values for partly frozen buds ranged from 29.17 % in Afuz-Ali to 33.11 % in Muscat Hamburg. The evaluation of the data on unfrozen buds suggests that the average values were within the range of 11.15 % (Smederevo Muscat) to 17.91 % (Muscat Hamburg).

Key words : cultivar, resistance, table varieties, winter temperatures

## Introduction

In vine-growing areas having a continental and temperate continental climate, table grape varieties often suffer substantial damage from exposure to low temperatures. At some sites, this abiotic factor generally poses a risk to grape production. The results of many studies show higher susceptibility of table varieties to low temperatures as compared to wine varieties (Korać 1989, Žunić et al. 1998, Todić 2000).

The degree of winter cold hardiness is governed by both the underlying genetic background and cultivation conditions. Moreover, no clear estimate of cold hardiness can be provided, due to its dependence upon a range of variable biotic and abiotic factors. Therefore, the evaluation of cold hardiness is restricted to the assessment of relative cold hardiness and determination of differences between individual varieties. Typically, cold hardiness begins to increase in late summer or early autumn, well in advance of low temperatures. Differences in winter cold hardiness can be associated with tissue maturity and bud position (Wolpert et al. 1985).

Cold-hardy varieties have the ability to store sufficient amounts of natural antifreeze carbohydrates and proteins in their trunk and shoots during autumn, also exhibiting a severe tissue moisture decline during a short photosynthetic period in cold weather immediately before the onset of winter (Meiring et al. 1980).

Proebsting et al. (1980) studied seasonal changes in bud cold hardiness in three varieties, including Concord (*Vitis labrusca*), White Riesling (Rhine Riesling) and Cabernet Sauvignon. A constant temperature of -26 °C for Concord and -23 °C for White Riesling and Cabernet Sauvignon induced freezing in 50% of grapevine buds. The authors observed that Concord grapevines began to lose the ability to adapt to freezing temperatures on 19 February, whereas White Riesling and Cabernet Sauvignon retained the trait until 6 March. (Hubáčková, 1996 b) observed that cold hardiness considerably declined from mid-February through the beginning of March, regardless of the slight increase in temperature. The author assumed that the

transient lack of correspondence between ambient temperature and cold hardiness in the latter half of February and partly in the first 10 days of March is due to activation of the growth process inside vine buds.

### Material and methods

The material used in this study included mature segments of shoots (cuttings) of the following varieties: Demir Kapija, Early Muscat, Radmilovac Muscat, Banat Muscat, Black Muscat, Smederevo Muscat, Italia and Dattier. The degree of bud cold hardiness was determined through exposure of mature shoot cuttings to low temperatures *in vitro* in a freezing chamber following a modified method of (Korać 1989). The plant material was collected from a 16-year old vineyard. The varieties tested were grafted onto Kober 5BB rootstock. The study was conducted during vine dormancy at three testing dates during winter i.e. over the last ten days of the three winter months of December, January and February. At the first, second and third dates, the air temperature in the freezing chamber was reduced to -15 °C, -20°C, and -10°C, respectively. The cuttings of the sampled shoots were initially kept for 24 h in the freezing chamber at a temperature of -5°C so that they could gradually acclimate to chamber conditions. Then, the temperature was gradually lowered at a rate of 3°C / h to the pre-determined freezing temperature. The cuttings were kept for 12 hours at this temperature, which was subsequently again increased to room temperature. The cuttings subjected to the above treatment were kept for 7 days under room conditions for frozen tissues to darken. Thereafter, 2-3 cross-sectional cuts were made through the winter bud using a sharp blade, the first cut serving to remove the top third of the bud, and the additional one or two cuts taken towards the base of the bud to obtain the most adequate section for close inspection. Bud colour was observed in the bud cross section. The colour of intact buds was clear light green, whereas that of cold-injured buds ranged from olive green to dark brown. The frozen bud (-) includes frozen central and secondary latent buds. Partly frozen buds (-+) had at least one live secondary latent bud. Surviving live buds suffered no injury (++)). The experimental data of the three-year study were subjected to a multivariate analysis of variance (MANOVA) using the STATISTICA (Version 6.0) statistical software. The significance of differences between individual treatments was tested using the LSD test at 0.05 and 0.01 significance level.

### Results and discussion

The results on bud freezing show significant variations both among the test cultivars and among testing dates (Table 1). In terms of the testing dates, the percentage of completely frozen buds in December was found to be lowest in Muscat Hamburg (48.20%) and highest in Afuz-Ali (61.13%). The percentage of partly frozen buds at this date ranged from 27.26% in Afuz-Ali to 36.93% in Demir Kapija. Muscat Hamburg and Smederevo Muscat gave, respectively, the highest (18.73%) and lowest (11.06%) percentage of live buds at the December testing date.

The January testing date revealed the highest average percentage of frozen buds in Smederevo Muscat grapevines (60.06%) and the lowest in Muscat Hamburg (50.20%). The estimated values for partly frozen buds were within an average range of 28.86% in Demir Kapija to 32.73% in Radmilovac Muscat. Identically to the previous testing date, the highest percentage of unfrozen buds was observed in Muscat Hamburg (17.60%), and the lowest in Smederevo Muscat (9.46%).

During the third testing date (February), the highest average percentage of frozen buds was found in Banat Muscat (57.00%) and the lowest in Muscat Hamburg grapevines (48.53%). The percentage of partly frozen buds ranged from 30.53% in Afuz-Ali to 34.06% in Muscat Hamburg on average. The average percentage of intact unfrozen buds at this date was within the 11.40% - 18.13% range, as observed in Banat Muscat and Radmilovac Muscat, respectively.

No markedly pronounced variations in the percentage of completely frozen buds were observed across years. Much higher fluctuations in the percentage of completely frozen buds were found between individual testing dates. Significant differences were determined between the third date, and the first and second dates. The percentage of frozen buds was significantly lower at the third date (February) as compared to the first and second dates that showed no statistically significant difference in mean values. It is noteworthy, however, that the freezing temperature during February was much higher than at previous dates. The percentage of partly frozen buds also showed higher variations across testing dates than across years. The analysis of data showed a significant difference between the second date relative to the first and third dates. All varieties gave a significantly lower percentage of partly frozen buds during the second date as compared to the first and

third dates. Apart from the decrease in the percentage of partly frozen buds, January was also marked by an increase in the percentage of completely frozen buds and that of live buds as compared to the previous date.

Table 1. Percentage of frozen buds in the table grape varieties tested

Date	December (-15°C)			January (-20°C)			February (-10°C)		
Cultivar	--	-+	++	--	-+	++	--	-+	++
Demir Kapija	52.20	37.80	10.00	56.40	27.20	16.40	55.80	32.80	11.40
	51.60	37.60	10.80	53.40	28.60	18.00	55.00	31.20	13.80
	50.80	35.40	13.80	54.80	30.80	14.40	54.80	33.00	12.20
Average	51.53a	36.93b	11.53a	54.86a	28.86b	16.26a	55.20a	32.33a	12.46a
Early Muscat	57.60	32.20	10.20	53.80	30.20	16.00	50.40	31.20	18.40
	56.60	31.00	12.40	54.80	29.60	15.60	49.60	31.60	18.80
	54.20	33.80	12.00	54.80	29.20	16.00	49.80	34.00	16.20
Average	56.13a	32.33a	11.53a	54.46a	29.66a	15.86a	49.93b	32.26a	17.80b
Radmilovac Muscat	50.60	31.00	18.40	50.40	32.60	17.00	46.00	32.00	22.00
	49.60	33.20	17.20	51.00	31.20	17.60	53.20	30.20	16.60
	51.40	33.80	14.80	51.00	34.40	14.60	53.20	31.00	15.80
Average	50.53a	32.66b	16.80b	50.80a	32.73b	16.40a	50.80b	31.06b	18.13b
Banat Muscat	50.40	33.00	16.60	52.20	31.00	16.80	57.80	30.40	11.80
	50.80	33.80	15.40	52.40	30.60	17.00	56.60	32.80	10.60
	50.20	33.20	16.60	51.40	31.80	16.80	56.60	31.60	11.80
Average	50.46a	33.33b	16.20a	52.00a	31.13b	16.86a	57.00a	31.60b	11.40a
Muscat Hamburg	44.60	32.60	22.80	46.40	32.80	20.80	47.80	33.40	18.80
	50.00	34.00	16.00	50.00	32.00	18.00	48.60	34.60	16.80
	50.00	32.60	17.40	54.20	31.80	14.00	49.20	34.20	16.60
Average	48.20a	33.06b	18.73b	50.20a	32.20b	17.60a	48.53b	34.06a	17.40b
Smederevo Muscat	62.80	27.20	10.00	62.20	29.60	8.20	53.80	32.20	14.00
	59.20	29.20	11.60	60.40	31.00	8.60	56.80	30.40	12.80
	58.40	30.00	11.60	57.60	30.80	11.60	58.40	29.60	12.00
Average	60.13b	28.80a	11.06a	60.06b	30.46a	9.46b	56.33a	30.73b	12.93a
Muscat Italia	57.20	29.80	13.00	55.00	31.20	13.80	53.80	31.20	15.00
	54.40	29.00	15.60	57.20	29.00	13.80	51.40	34.00	14.60
	53.60	30.00	16.40	57.00	30.40	12.60	52.00	34.00	14.00
Average	55.06a	29.60a	15.00a	56.40a	30.20a	13.40b	52.40b	33.06a	14.53a
Afuz - Ali	62.00	26.80	11.20	59.20	30.60	10.20	54.60	32.60	12.80
	60.60	27.20	12.80	61.20	30.00	8.80	56.60	29.40	14.00
	60.80	27.80	11.40	58.20	28.60	13.20	55.40	29.60	15.00
Average	61.13b	27.26a	11.80a	59.53b	29.73a	10.73b	55.53a	30.53b	13.93a
Treatment	% frozen buds		% partly frozen buds		% intact unfrozen buds				
	LSD <sub>0.05</sub>	LSD <sub>0.01</sub>	LSD <sub>0.05</sub>	LSD <sub>0.01</sub>	LSD <sub>0.05</sub>	LSD <sub>0.01</sub>			
Cultivar	1.401	2.396	1.473	2.520	1.487	2.544			
Date	0.858	1.467	0.902	1.543	0.911	1.558			
Cultivar x Date	2.427	4.151	2.552	4.365	2.576	4.407			

The results obtained are in complete agreement with those of Meiring et al. (1980), Wolpert et al. (1985), Korać (1989, 1995), Žunić et al. (1998) and Todić (2000), who reported that winter resistance of grapevine varieties gradually increases from the onset of winter dormancy period, reaching its maximum in mid-winter i.e. during January, and gradually declining thereafter. Interestingly, the highest cold hardiness involving the lowest percentage of completely frozen buds at the third testing date (February) was observed in Early Muscat and Muscat Hamburg, suggesting that these cultivars retain their resistance for longer periods of time as compared to the other cultivars analyzed. This complies with the findings of Proebsting et al. (1980) who found that some varieties lose the ability to adapt to freezing temperature earlier than some other varieties that manage to retain the ability much longer. An analysis of cold resistance in grapevine varieties in terms of their ripening time suggests that early ripening varieties exhibit a higher degree of cold resistance as compared to late ripening varieties. The results on the percentage of completely frozen, partly frozen and live



buds are similar to or within the range of values reported by other authors Isaenko (1980), Damborska (1980), Korać (1989, 1995), Žunić, 1993, Hubáčková (1996 a), Hubáčková (1996 b) Žunić et al. (1998), Todić (2000), Matijašević (2001).

### Conclusion

The highest cold resistance was exhibited by Muscat Hamburg among all test varieties. Radmilovac Muscat stands out among the early ripening varieties in terms of cold hardiness. Early ripening varieties show a higher average degree of cold hardiness as compared to late ripening varieties. In terms of testing dates, cold hardiness in all varieties increased from December, reaching its maximum during January. At the end of February, the varieties tested exhibited a decline in their cold hardiness, although the February temperature the cuttings were exposed to were considerably higher than the freezing temperatures used at previous dates.

### References

- Damborska Marta. (1980). The effect of higher winter temperatures on changes of the frost resistance of grapevine buds. *Am. J. Enol. Vitic.*, abstracts, Vol. 31, No.2., p. 196.
- Hubáčková, M. (1996). Cold hardiness of the grapevine buds in juvenile plants. *Vitis*, Vol. 35, No. 3., abstract (p 69).
- Hubáčková, M. (1996). Dependence of grapevine bud cold hardiness on fluctuations in winter temperatures. *Am. J. Enol. Vitic.*, Vol. 47, No.1., p. 100-102.
- Isaenko, V.V. (1980) : Study of certain aspects of winter hardiness and development of a biological method of increasing it. *Am. J. Enol. Vitic.*, abstracts, Vol. 31, No.2., p. 196.
- Korać, Nada. (1989) : Ampelografsko ispitivanje stonih sorti vinove loze u Fruškogorskom vinogorju. Doktorska disertacija, str. 1 – 165. Novi Sad.
- Korać Nada, Cindrić, P. (1995). Nove selekcije stonih sorti vinove loze Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu. Zbornik naučnih i stručnih radova X Savetovanja vinogradara i vinara Srbije. Poljoprivreda, br. 375 – 378, str. 24 – 28. Beograd.
- Matijašević, S.(2001). Ampelografske karakteristike stonih sorti različitog perioda sazrevanja u uslovima gročanskog vinogorja. Magistarska teza, str. 1 – 109., Beograd.
- Meiering, G. A., Paroschy, H.J., Peterson, L. R., Hostetter, G., Neff, A. (1980). Mechanical freezing injury in grapevine trunks. *Am. J. Enol. Vitic.*, Vol. 31, No.1., p. 81-89.
- Proebsting, L. E., Ahmedullah, M., Brummund, P. V. (1980). Seasonal changes in low temperature resistance of grape buds. *Am. J. Enol. Vitic.*, Vol. 31, No.4., p. 329-336.
- Todić Slavica. (2000). Uticaj regulatora rastenja na agrobiološka svojstva sorti Frankovka, Merlo i Kaberne sovignon. Doktorska disertacija, str. 1 – 147., Beograd.
- Wolpert, A. J., Howell, S. G. (1985). Cold acclimation of Concord grapevines. II natural acclimation pattern and tissue moisture decline in canes and primary buds of bearing vines. *Am. J. Enol. Vitic.*, Vol. 36, No.3., p. 189 – 194.
- Žunić, D. (1993). Ampelografska ispitivanja stonih sorti vinove loze u negotinskom vinogorju. Doktorska disertacija, str. 1 – 111. Novi Sad.
- Žunić, D., Matijašević, S., Bešlić, Z., Stevanović, M., Kojović, R. (1998). Ocena otpornosti okaca domaćih i introdukovanih stonih sorti na niske temperature. Zbornik preglednih, naučnih i stručnih radova. XIII Savetovanje vinogradara i vinara Srbije «Selekcija i introdukcija sorti i podloga vinove loze». Poljoprivreda, 388 – 389., str. 173 – 177. Beograd.

saz2012\_o805

# Utjecaj prorjeđivanje grozdova na prinos i kakvoću grožđa kultivara Muškat žuti (*Vitis vinifera* L.)

Josip MESIĆ, Brankica SVITLICA, Stanko ZRINŠČAK

Veleučilište u Požegi, Vukovarska 17, 34000 Požega, Hrvatska, (e-mail: jmesic@vup.hr)

## Sažetak

Prorjeđivanjem grozdova mijenja se odnos lisne površine i grozdova na trsu u korist lisne površine te preostali grozdovi dobivaju više asimilata za dozrijevanje. Obzirom da su trsovi kultivara Muškata žutog u 2011. godini bili preopterećeni urodom, pristupilo se zahvatu prorjeđivanja grozdova. Cilj rada je bio utvrditi na koji način zahvat prorjeđivanje grozdova i termin tehnološke zrelosti grožđa u klimatski povoljnim uvjetima utječu na prinos i kakvoću grožđa kultivara Muškat žuti (*Vitis vinifera* L.) u Vinogorju Kutjevo. Tretmani u pokusu su: tretman s 50% odstranjenih grozdova po trsu (R1), kontrolni tretman bez odstranjenih grozdova (K1) i kasniji termin berbe bez odstranjivanja grozdova (K2). Grozdovi s trsova varijante R1 odstranjeni su 18. kolovoza u periodu zriobe grožđa. Berba je obavljena u dva navrata, 14. rujna, brani su tretmani R1 i K1, a 06. listopada tretman K2. Povoljni uvjeti u vrijeme dozrijevanja grožđa u 2011. godini omogućili su da odgađanjem termina berbe grožđa postignemo povoljan odnos prinosa i kakvoće grožđa što je vidljivo kod tretmana K2, dok je zahvat odstranjivanja grozdova u prvom terminu berbe utjecao na veći sadržaj šećera kod trsova s provedenim zahvatom odstranjivanja grozdova.

Ključne riječi: Muškat žuti, odstranjivanje grozdova, Vinogorje Kutjevo

## The influence of cluster thinning on yield and quality of grape varieties Muscat (*Vitis vinifera* L.)

### Abstract

Thinning of clusters, changes the ratio of leaf area and grapes on the vine in favor of the leaf surface and the remaining clusters receive more products of photosynthesis for maturation. Taking into account that many cultivars Muscat in 2011. year yields were overworked, we're approached with procedure of cluster thinning. The aim of this study was to determine how the clusters thinning and date of technological maturity of grapes in favorable climatic conditions, affects on the yield and quality of grape varieties Muscat (*Vitis vinifera* L.) in Kutjevo vineyards. Treatments in the experiment were: treatment with 50% of removed clusters per vine (R1), a control treatment without cluster thinning (K1) and the later date of harvesting without the removal of grapes (K2). Clusters of the vine varieties R1 was removed on 18<sup>th</sup> August during ripening of grapes. Harvest was carried out on two occasions, on 14<sup>th</sup> September are harvested the treatments R1 and K1, and on 6<sup>th</sup> October K2 treatment. Favourable conditions at the time of ripening grapes in 2011 make possible that with postponing term of harvest we achieve favorable balance between yield and quality of grapes which is visible on K2, while the process of cluster thinning in the first period of harvest influenced on the higher sugar content of the vine with the impacts of cluster thinning.

Key words: Muscat, cluster thinning, Kutjevo vineyards

## Uvod

Uvođenjem novih kultivara u vinorodna područja neophodno je poznavati specifičnosti samog kultivara i njegovu prilagodbu okolinskim prilikama pojedinog vinogorja. Stoga je cilj ovog istraživanja bio utvrditi kako ampelotehnički zahvat prorjeđivanja grozdova u jednoj klimatski povoljnoj vinogradarskoj godini utječu na dozrijevanje i kakvoću grožđa kultivara Muškat žuti (*Vitis vinifera* L.).

Muškat žuti pripada skupini muškatnih kultivara čije je podrijetlo područje Bliskog istoka. Najviše se uzgaja u Italiji i na Siciliji (Mirošević i Turković 2003), a u Hrvatskoj je zastupljen u podregijama Istra i Zagorje – Međimurje (HCPHS, 2008). Prinosi Muškata žutog variraju ovisno o sustavima uzgoja od 6 do 14 tona po hektaru. Nakuplja od 16 do 25% sladora i 5,0 do 9,0 g/l ukupne kiselosti. Vrlo je zahvalan kultivar za proizvodnju vina svih kategorija kakvoće.

Prorjeđivanjem grozdova reducira se prinos, povećava se prosječna masa grozdova preostalih grozdova, osigurava potpunije dozrijevanje i bolja kakvoća uroda (Licul 1972). Sa fiziološkog stajališta, prorjeđivanjem grozdova se utječe na tzv. source/sink odnos, to jest odnos između proizvođača asimilata (lisne površine) i potrošača asimilata (grozdova) (Keller, 2010). Taj odnos i raspodjela asimilata utječe na rast i razvoj organa te kvalitetu grožđa (Jackson, 2000).

Ako su trsovi prije prorjeđivanja bili preopterećeni prinosom s obzirom na tehnologiju uzgoja i ekološke uvjete proizvodnje, prorjeđivanje grozdova može rezultirati bržim dozrijevanjem i povećanjem kvalitete grožđa (Jackson, 2000).

Obično se uklanjaju slabije razvijeni, bolesni i loše pozicionirani grozdovi. Vršni grozdovi na mladici obično su slabije razvijeni od bazalnih i kasnije dozrijevaju te se u pravilu oni i otklanjaju (Wolpert i sur. 1983).

Prorjeđivanje grozdova obavlja se od završetka cvatnje pa do početka šare grožđa. Kasnijim prorjeđivanjem grozdova oko pojave šare jednostavnije je i preciznije obaviti ovaj zahvat budući da se na trsu jasno vide grozdovi koji ulaze u fazu šare, te se odstranjuju grozdovi slabijeg stupnja dozrelosti.

Isplativost odstranjivanja grozdova ovisi o vremenskim uvjetima tijekom perioda vegetacije, o opterećenju trsova prije prorjeđivanja, o vremenu i intenzitetu provođenja zahvata i o njihovom utjecaju na povećanje kakvoće uroda (Jackson, 2000; Keller, 2010).

## Materijal i metode

Istraživanje je provedeno 2011. godine na nastavnom objektu Veleučilišta u Požegi na lokalitetu Podgorje u Vinogorju Kutjevo, na kultivaru Muškat žuti, klon FR90, cijepljenom na podlozi SO4. Položaj pokusnog nasada nalazi se u području umjereno kontinentalne klime. Južne je ekspozicije i blagog nagiba terena na 250 m nadmorske visine. Redovi nasada pružaju se u smjeru sjever-jug. Nasad je podignut 2006. godine, a uzgojni oblik trsova u pokusu je Guyot s reznikom od dva pupa i lucnjem od prosječno 10 pupova.

Klimatski pokazatelji prikupljeni su na meteorološkoj postaji Vidim u Kutjevu. Prosječna temperatura zraka tijekom vegetacije, od travnja do rujna u 2011. godini iznosila je 19,6 °C što je više od višegodišnjeg prosjeka za vinogradarsku podregiju Slavonija gdje je prema Miroševiću i sur. (2009) srednja vegetacijska temperatura 18,0 °C. U istom periodu zabilježena su 303mm oborina što je manje od višegodišnjeg prosjeka (413mm). Tijekom perioda vegetacije zabilježeno je 1630 sati sijanja sunca, dok je godišnji višegodišnji prosjek 1920 sunčanih sati.

Pokus je postavljen po slučajnom bloknom rasporedu, u tri tretiranja po tri repeticije, a repeticiju čini jedan međustupni razmak s osam trsova u nizu. Tretmani u pokusu bili su: tretman s odstranjenih 50% grozdova po trsu (R1), kontrolni tretman bez odstranjenih grozdova (K1) i kasniji termin berbe bez odstranjivanja grozdova (K2). Grozdovi s trsova varijante R1 odstranjeni su 18. kolovoza u periodu zriobe grožđa. Ovako kasno prorjeđivanje grozdova temeljeno je na kaotičnom stanju u vinogradarskoj i vinarskoj proizvodnji u Požeškoj kotlini, gdje je vinogradar prisiljen do zadnjeg trenutka kalkulirati sa pojedinim zahvatima tijekom godine.

Berba je obavljena ručno u dva navrata, 14. rujna tretmani R1 i K1 i 06. listopada tretman K2, na način da je svaki trs obran, grozdovi su pobrojani i izvagani. Grožđe svake repeticije neposredno nakon berbe posebno je isprešano pri čemu su odmah uzeti uzorci moštava.

Sadržaj šećera u moštu određen je pomoću refraktometra te izražen u stupnjevima Oechsle. Ukupna kiselost izražena je u g/l kao vinska, a određena je metodom neutralizacije s 0,1M NaOH uz indikator bromtimol plavi, prema O.I.V.-u (2001). Svi rezultati istraživanja obrađeni su variaciono statistički.

### Rezultati i rasprava

U tablici 1 prikazane su vrijednosti broja grozdova po tretmanima, prosječne mase grozdova izražene u gramima i prinosa po trsu izražen u kilogramima.

Usljed odstranjivanja grozdova tretman R1 imao je značajno manji broj grozdova po trsu (11,71) u odnosu na tretmane K1 (22,58) i K2 (21,13) međutim manji broj grozdova nije utjecao na prosječnu masu grozdova iako je vidljivo da je povećanjem broja grozdova opadala prosječna masa. Prinos po trsu značajno je manji kod tretmana R1 što je bilo i za očekivati te iznosi prosječno 2,17 kg/trsu u odnosu na tretmane K1 (3,87 kg/trsu) i K2 (3,80 kg/trsu).

Dobiveni rezultati u suglasju su sa sličnim istraživanjima drugih autora. Kasnije proveden zahvat odstranjivanja grozdova nije doveo do kompenzacijskog porasta ostavljenih grozdova (Dokoozlian i Hirschfeldt, 1995; Keller 2010), što je vidljivo i iz prikazanih rezultata budući da nije došlo do značajnijeg povećanja prosječne mase grozdova, a prinos po trsu se odstranjivanjem grozdova proporcionalno smanjio.

Tablica 2 prikazuje vrijednosti sadržaja šećera (°Oe), vrijednost ukupne kiselosti u gramima po litri izražene kao vinska kiselina i pH u moštu Muškata žutog u trenutku berbe.

Tablica 1. Broj grozdova po trsu, prosječna masa grozda i prinos po trsu; kultivar Muškati žuti, Podgorje, Vinogorje Kutjevo, berba 2011. godine

	Masa grozda (g)	Prinos po trsu (kg)
R1	199	2,17 a
K1	171	3,87 b
K2	180	3,80 b
x	183	3,28
F <sub>exp.</sub>	1,98 ns	7,02*
F <sub>tabl. (P=5%)</sub>	6,94	6,94
LSD <sub>P=5%</sub>	-	1,46

R1 - tretman s odstranjenih 50% grozdova po trsu; K1 tretman bez odstranjenih grozdova, berba 14.09.2011.; K2 - kasniji termin berbe (06.10.2011.), bez odstranjivanja grozdova.

Tablica 2. Koncentracija šećera, ukupna kiselost i pH vrijednost u moštu; kultivar Muškati žuti, Podgorje, Vinogorje Kutjevo, berba 2011. godina

	Šećeri (°Oe)	Ukupna kiselost (g/l)	pH
R1	99 a	7,30 a	3,82 a
K1	89 b	7,27 a	3,62 b
K2	101 a	6,23 b	3,28 c
x	96	6,93	3,58
F <sub>exp.</sub>	13,76*	23,64**	47,54**
F <sub>tabl. (P=5%)</sub>	6,94	6,94	6,94
LSD <sub>P=5%</sub>	7,21	0,49	0,15

R1 - tretman s odstranjenih 50% grozdova po trsu; K1 tretman bez odstranjenih grozdova, berba 14.09.2011.; K2 - kasniji termin berbe (06.10.2011.), bez odstranjivanja grozdova.

Značajno manji prosječni sadržaj šećera zabilježen je kod tretmana K1 i iznosi 89 °Oe. Budući da je prvi rok berbe obavljen u vrijeme uobičajenih termina za berbu kultivara Muškati žuti, sadržaj šećera kod trsova koji su preopterećeni urodom značajno je smanjen. Prosječan sadržaj šećera tretmana R1 iznosi 99 °Oe, a tretmana K2 101 °Oe. Najveća ukupna kiselost od 7,3 g/l zabilježena je u tretmanu R1, zatim u tretmanu K1 (7,27 g/l). Tretman K2 ima statistički značajno manju ukupnu kiselost (6,23 g/l) u odnosu na tretmane R1 i K1. Kasnijom berbom grožđa dolazi do smanjenja ukupne kiselosti uslijed razgradnje organskih kiselina u procesu disanja i projelaza u šećere (Mullins, 1992). Vrijednosti pH kretale su se od 3,28 kod tretmana K2, 3,62 K1 do 3,82 kod tretmana R1, a razlike među tretmanima su statistički opravdane.

Do sličnih rezultata došli su Guidoni i sur. (2002) gdje je uslijed odstranjivanja 50% grozdova kultivara Nebiollo došlo do povećanja koncentracije šećera i smanjenja ukupne kiselosti mošta. Bubola (2010) u svom

istraživanju utjecaja odstranjivanja grozdova na kakvoću grožđa kultivara Malvazija istarska također navodi da je došlo do povećanja sadržaja šećera i veće pH vrijednosti mošta.

### Zaključci

Značajno manji broj grozdova po trsu tretmana na kojem je proveden zahvat odstranjivanja grozdova imao je veću prosječnu masu grozdova i niži prinos po trsu koji je i statistički opravdan. Veliko opterećenje trsova Muškata žutog u 2011. godini uzrokovalo je sporije nakupljanje šećera u grožđu. Kasnijom berbom utjecalo se na značajno smanjenje ukupne kiselosti u moštu. Pravilnim ampelotehničkim zahvatima u vinogradu može se značajno utjecati na prinos i kakvoću grožđa uzimajući u obzir okolinske uvjete pojedine godine i zdravstveno stanje grožđa. Istraživanje bi trebalo proširiti na duži niz godina kako bi se utvrdila opravdanost provođenja zahvata odstranjivanja grozdova na kultivaru Muškat žuti u različitim klimatskim uvjetima pojedinih godina.

### Literatura

- Bubola, M., (2010): Utjecaj prorjeđivanja rodni mladica i grozdova na fenolni sastav i antioksidacijsku aktivnost mošta i vina kultivara Malvazija istarska i Chardonnay (*Vitis vinifera* L.), disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb
- Dokoozlian, N. K., Hirschfeld, D. J. (1995): The influence of cluster thinning at various stages of fruit development on Flame seedless table grapes. *Am. J. Enol. Vitic.*, 46: 429-436.
- Guidoni, S., Allara, P., Schubert, A. (2002): Effect of cluster thinning on berry skin anthocyanin composition of *Vitis vinifera* cv. Nebbiolo. *Am. J. Enol. Vitic.*, 53: 224-226
- Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo (2008): evidencija Hrvatskog zavoda za vinogradarstvo i vinarstvo, Zagreb
- Jackson, R. S. (2000): Wine science: Principles, practice, perception, Academic Press, San Diego, Kalifornija, SAD
- Keller, M (2010). The science of grapevines: Anatomy and physiology. Academic Press: San Diego, kalifornija, SAD
- Licul, R. (1972): Vinogradarstvo I dio, Kućna tiskara Sveučilišta u Zagrebu
- Mirošević N., Turković Z. (2003): Ampelografski atlas, Golden marketing Tehnička knjiga, Zagreb
- Mirošević N. i suradnici (2009): Atlas hrvatskog vinogradarstva i vinarstva, Golden marketing Tehnička knjiga, Zagreb
- Mullins M. G., Bouquet, A., Williams L. E. (1992): Biology of the grapevine, Cambridge University press
- O.I.V. „International code of oenological practices”, edition 2001, Paris
- Wolpert, J. A., Howell, G. S., Mansfield, T. K. (1983): Sampling Vidal blanc grapes. I. Effect of training system, pruning severity, shoot exposure, shoot origin, and cluster thinning on cluster weight and fruit quality. *Am. J. Enol. Vitic.*, 34: 72-76

sa2012\_o8o6

# Clonal research of black wine grape cultivars in different Serbian localities

Branislava SIVČEV<sup>1</sup>, Zorica RANKOVIĆ-VASIĆ<sup>1</sup>, Dragan NIKOLIĆ<sup>1</sup>, Dragoslav IVANIŠEVIĆ<sup>2</sup>, Ivana RADOJEVIĆ<sup>3</sup>, Zoran ATANACKOVIĆ<sup>1</sup>, Nada KORAC<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 11080 Belgrade, Serbia  
(e-mail: zoricarv@agrif.bg.ac.rs)

<sup>2</sup>University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Serbia

<sup>3</sup>Centre of Viticulture and Enology, EI kolonija 6, 18000 Niš, Serbia

## Abstract

The production and usability values of the introduced clones of black wine grape cultivars have been analyzed in the wine growing region of Serbia. In the period between 2009 and 2010, the clonal research of black wine grape cultivars was performed at three localities (Sremski Karlovci, Radmilovac and Niš). The wine grape cultivars Pinot Noir (clones 115, 828) and Cabernet Sauvignon (685, 153 and isv 117) were analyzed with the aim of investigating their principle economic-technological properties. Based on the results from this research it can be concluded that the investigated clones exhibit positive properties and that they can be grown successfully under the same or similar agroecological conditions.

Key words: clone, cultivar, introduction, locality, wine growing region.

## Introduction

The biological property of a cultivar, based on which high quality grape and wine can be produced, is the potential which, together with the ecological characteristics of the region and combination of agrotechnical measures, represents the most important factors of success in the viticulture production. Therefore, the adequate choice of suitable cultivar/clone is highly important in the process of vineyard establishment. Enrichment of the existing grape varieties with new improved genotypes of better quality and higher level of resistance to different abiotic and biotic stress factors is performed in accordance with the requirements of modern viticulture (Nikolić, 2006). The methods of introduction, hybridization and individual clone selection were used for the improvement of cultivars by more qualitative and valuable genotypes of grapevine (Korać et al., 2005). The most important aspect of the improvement process is the clone selection which represents the way of eliminating negative influence of mutation changes in the future vineyards, as well as preventing the propagation of plants infected with viruses (Cindrić, 2003). Some of the basic aims of modern clone selection are to have newly created clones free from viruses, to enhance the resistance to downy mildew, powdery mildew and gray mould, and to have higher yield (Rühl et al., 2004). The clone selection of grape wine cultivars has been performed successfully in many wine producing countries. Cabernet Sauvignon and Pinot Noir have been most frequently cloned cultivars in the world (Creasy and Creasy, 2010). The largest number of clones from the wine grape Burgundy cultivar has been selected in France, Italy and Germany. The created clones have contributed to the improvement of agrobiological properties of cultivars and wine quality (Avramov, 1998). The beginning of more intense growing of Cabernet Sauvignon and Pinot Noir cultivars in Serbia started before the Second World War (Garić et al., 2007, 2010). At the end of the 19th century Pinot Noir became one of the most common cultivars grown in Burgundy. The researches conducted in Serbia demonstrate that, from a financial aspect, this type of cultivar was suitable only for the production of fine wines (Savić, 1880). The yield and quality of the black wine grape cultivar Pinot Noir vary considerably under the influence of agroecological conditions, applied agrotechnics, rootstock, and grapevine training system. This was also confirmed by the researches conducted by Nakalamić et al. (2000), Garić et al. (2007), Paprić et al. (2008). Also, agrobiological properties of Cabernet

Sauvignon cultivars are highly dependent upon agroecological conditions of the locality, applied ampelotechnics, rootstock and pruning styles (Mijatović et al., 2009). Meteorological data and climatic indices in wine growing regions of Serbia show that there are favorable conditions for satisfactory grape ripening and accumulation of sufficient amount of sugar, colored and aromatic matters. Thus, the recommended cultivars for growing are, among others, Pinot Noir and Cabernet Sauvignon (Avramov et al., 2000). This paper shows the comparison of some important economic-technological properties of five clones of Pinot Noir and Cabernet Sauvignon cultivars. The aim was to select the clones that were most suitable for growing in the proposed locality.

### Material and methods

The investigated clones 115 and 828 of Pinot Noir cultivar, and clones 153, 685 and isv 117 of Cabernet Sauvignon were planted in 2006 at three localities in Serbia. The first locality was the experimental field "Sremski Karlovci" that belongs to the Department of Fruit growing, Viticulture, Horticulture and Landscape Architecture at the Faculty of Novi Sad, which is part of the wine growing region of Fruška Gora. The investigated clones were planted at the distance of 2.8 x 1 m in single Guyot training system. The second locality was the experimental field of the Faculty of Agriculture in Belgrade, University of Belgrade – "Radmilovac" which belongs to the wine growing region of Grocka. Two-row support for vine growing was used with spacing at 3 x 1 m in single Guyot training system. The third locality for clone investigation was the experimental field of Center of Viticulture and Enology in Niš which belongs to the wine growing region of Kutina. The spacing between the grapevines was 3 x 1 m. The training system was Karlovački with mixed-type pruning system. During the two year long period (2009 and 2010), the following was determined for the investigated clones: grape yield ( $\text{kg/m}^2$ ), cluster mass (g), sugar content (%) and total acid content in grape juice (g/l). By measuring the total mass of all clusters per grapevine, grape yield per grapevine was determined and the obtained values were used for the calculation of yield per unit of area. The cluster mass was obtained by measuring 10 sample grape clusters. Sugar content in grape juice was measured by Oechsle scale, and total acid content was measured by titration method with  $n/4$  NaOH. The analysis of meteorological conditions during the observed two years was based on the data from weather and climate monitoring stations in Sremski Karlovci (H=150 m), Radmilovac (H=135 m) and Niš (H=200 m). Data were processed by applying linear regression (Stanković and Ralević-Ljubanović, 1992).

### Results and discussions

The basic data on the weather conditions at the locality where the experiment was conducted are given in Fig. 1 and 2. Annual mean air temperature in 2009 was  $13.7^\circ\text{C}$  at the locality of Sremski Karlovci. In 2010, annual mean air temperature was a bit lower and it was  $12.0^\circ\text{C}$ . During the research the total amount of precipitation varied considerably and it was 521.5 mm in 2009, and 912.2 mm in 2010. Annual mean air temperature in 2009 was  $13.4^\circ\text{C}$  at the locality of Radmilovac. Slightly colder was the year of 2010 when annual mean air temperature was  $13.0^\circ\text{C}$ . Total amount of precipitation in 2009 was 854.6 mm, and in 2010 it was 710.6 mm. Slightly lower annual mean air temperatures of  $12.7^\circ\text{C}$  were measured at the locality of Niš during the both research years. In 2009, the amount of precipitation was 710.6 mm and in 2010 it was 677.7 mm.

Grape yield and cluster mass greatly depend on the cultivar/clone, climate factors, relief, exposure, temperatures, light conditions, physical and mineral soil properties (Van Leeuwen and Seguin 1994). From edaphic and climatic aspects, the differences between the localities have the grapes of different properties as a result. These differences are reflected in the wines that become typical of the region where cultivar/clone is grown and grape produced.

During the both research years, the highest grape yield per unit of area was produced by all clones investigated in Sremski Karlovci, while the lowest yield was produced in Niš. The clone 828 of Pinot Noir cultivar gave the yield of  $1.19 \text{ kg/m}^2$  in 2009, and  $0.88 \text{ kg/m}^2$  in 2010 at the locality of Sremski Karlovci (Fig. 3 and 4). In 2009, the clone of Cabernet Sauvignon cultivar gave the grape yield of which ranged from  $0.22 \text{ kg/m}^2$  (clone 153) in Niš, to  $1.78 \text{ kg/m}^2$  (clone isv 117) in Sremski Karlovci. According to Cindrić et al. (1996), in the wine growing region of Fruška Gora, the grape yield of Cabernet Sauvignon cultivar was  $0.60 \text{ kg/m}^2$ , while in the wine growing region of Grocka, Polak (1996) and Nakalamić et al. (2000) recorded the yields of  $0.99 \text{ kg/m}^2$  and  $0.89 \text{ kg/m}^2$  respectively.

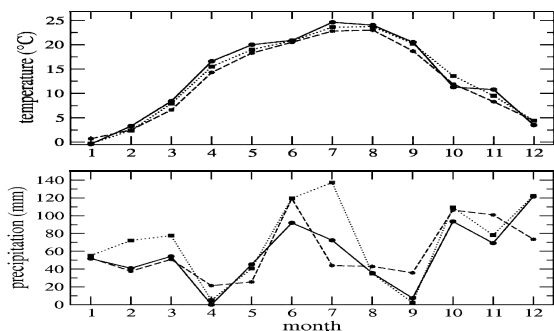


Figure 1. Monthly mean air temperatures and precipitation amount in 2009 at three localities

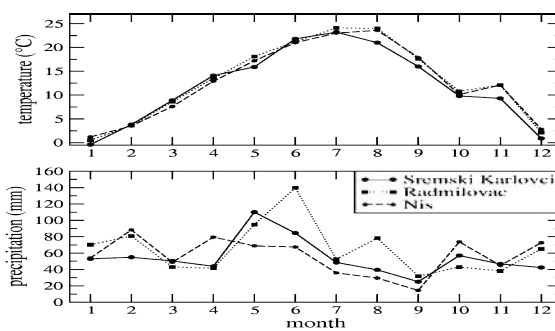


Figure 2. Monthly mean air temperatures and precipitation amount in 2010 at three localities

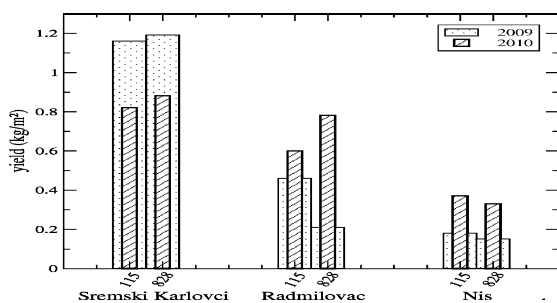


Figure 3. Grape yield from clones 115 and 828 of Pinot Noir cultivar at three localities

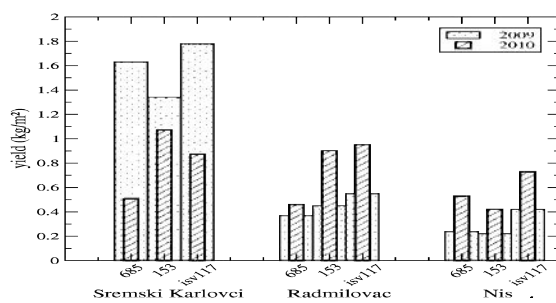


Figure 4. Grape yield from clones 685, 153, and isv 117 of Cabernet Sauvignon cultivar at three localities

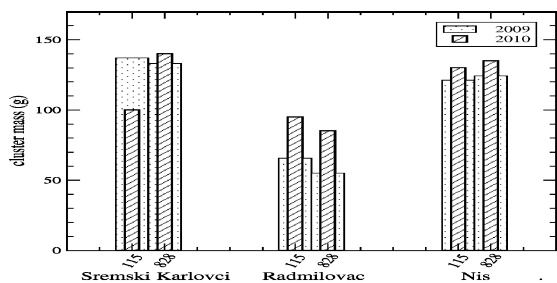


Figure 5. Cluster mass of clones 115 and 828 of Pinot Noir cultivar at three localities

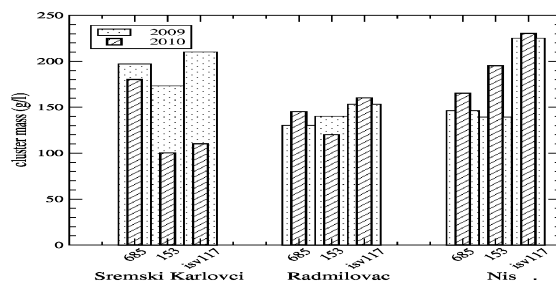


Figure 6. Cluster mass of clones 685, 153, and isv 117 of Cabernet Sauvignon cultivar at three localities

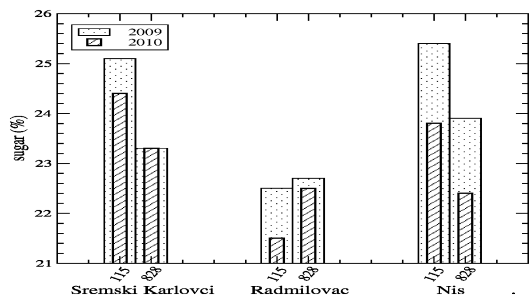


Figure 7. Sugar content in the clones 115 and 828 of Pinot Noir cultivar at three localities

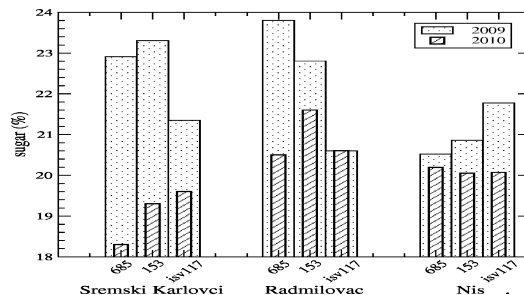


Figure 8. Sugar content in the clones 685, 153 and isv 117 of Cabernet Sauvignon cultivar at three localities



Fig. 5 and 6 show the cluster mass of the investigated clones at all localities. During the first year of research, the smallest average grape cluster mass of 55 g was recorded for the clone 828 of the Pinot Noir cultivar at Radmilovac locality, while in the second research year the same clone had the largest mass (140 g) in Sremski Karlovci.

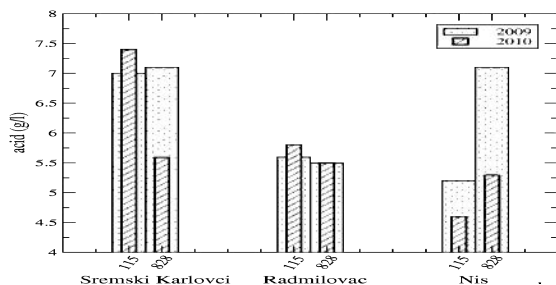


Figure 9. Total acid content in the clones 115 and 828 of Pinot Noir cultivar at three localities

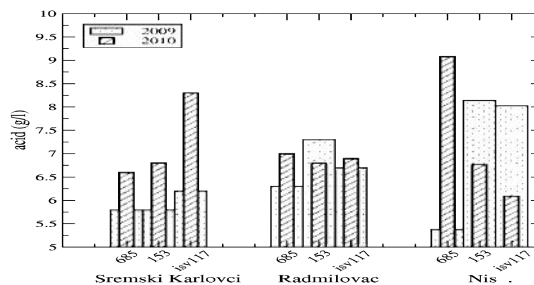


Figure 10. Total acid content in the clones 685, 153 and 117 of Cabernet Sauvignon cultivar at three localities

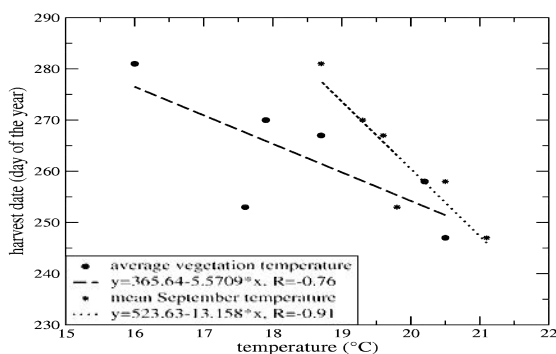


Figure 11. Linear regression of harvest date average vegetation temperature and mean September temperature for the clones of Pinot Noir cultivar

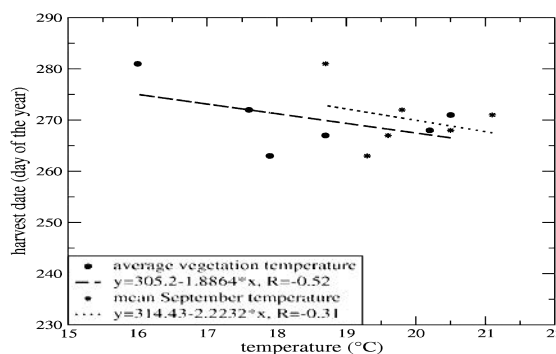


Figure 12. Linear regression of harvest date average vegetation temperature and mean September temperature for the clones of Cabernet Sauvignon cultivar

The sugar content and total acid content in grape juice (Fig. 7, 8, 9 and 10) varied depending on the cultivar clone, maturity degree, harvest time and climatic conditions in the phase of grape ripening, average vegetation temperature, and the temperature in September when the grape was harvested during the both research years (Fig. 11 and 12).

### Conclusions

Besides the genetic, there are also agroecological factors that are important for the formation of yield elements and the quality of certain grape cultivar/clone.

The investigated clones showed positive properties regarding the grape quality, which was determined based on the sugar and acid content, and it was concluded that they could be successfully grown at all three localities in Serbia, as well as in the wine growing regions with the same or similar climatic conditions.

### References

Avramov L. (1998). Sortiment i potencijalni izbor klonova vinove loze grupe burgundaca. Poljoprivreda 388-389:119-124.

Avramov L., Nakalamić A., Todorović N., Petrović N., Žunić D. (2000). Climate of the vineyard zones and the associated vine varieties of Yugoslavia. Journal of Agricultural Sciences 45(1):29-35.

- Cindrić P. (2003): Klonska selekcija vinove loze. *Savremena poljoprivreda* 52(1-2):53-66.
- Cindrić P., Korac N., Kovač V. (1996). Kaberne sovinjon, kaberne fran i Merlo u fruškogorskom vinogorju. *Poljoprivreda* 383-385:35-40.
- Creasy G., Creasy L. (2010). *Grapes*. CABI Head Office. Wallingford. UK.
- Garić M., Ćirković B., Ristić M., Ivanović R. (2007). Agrobiološka svojstva sorte Burgundac crni u aleksinačkom podrejonu. *Savremena poljoprivreda* 56(6):274-279.
- Garić M., Ćirković B., Barac S., Jovanović Z., Todosijević I. (2010). Agrobiološka svojstva sorte Kaberne sovinjon u uslovima severne Kosovske Mitrovice. XV Savetovanje o biotehnologiji, Agronomski fakultet-Čačak, Čačak 15(16):351-355.
- Korac N., Cindrić P., Paprić Đ., Kuljančić I., Medić M. (2005). Rezultati 50-godišnjeg rada na stvaranju novih sorti i klonova vinove loze u Sremskim Karlovcima. *Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik* 11(5):5-22.
- Mijatović D., Radojević I., Jovanović-Cvetković T., Ranković V. (2009). Karakteristike rodnosti sorti Cabernet sauvignon i Cabernet franc u niškom vinogradarskom podrejonu. *Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik* 15(5):119-126.
- Nakalamić A., Todić S., Ivanović M., Marković N. (2000). Rodnost i kvalitet grožđa sorti za obojena vina u gročanskom vinogorju. *Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik* 6(1):325-332.
- Nikolić D. (2006). Components of variance and heritability of resistance to important fungal diseases agents in grapevine. *Journal of Agricultural Sciences* 51(1):47-54.
- Paprić Đ., Korac N., Kuljančić I., Medić M., Ivanišević D., Božović P. (2008). Obojene vinske sorte i klonovi vinove loze u fruškogorskom vinogorju. *Letopis naučnih radova* 32(1):88-93.
- Polak V. (1996). Prinos i kvalitet grožđa i vina sorti Kaberne sovinjon, Kaberne fran i Merlo u ekološkim uslovima gročanskog vinogorja. *Poljoprivreda* 383-385:81-84.
- Rühl E.H., Konrad B., Lindner B., Bleser E. (2004). Quality criteria and targets for clonal selection in grapevine. *Proceedings of the First International Symposium on Grapevine Growing, Commerce and Research, Acta Horticulturae* 652:29-33.
- Savić M. (1880). *Ampelografska komisija i slike iz vinodelijha u Italiji*. Društvo za poljsku privredu, Beograd, str. 1-95.
- Stanković J., Ralević-Ljubanović I. (1992). *Statistika sa primenom u poljoprivredi*. Drugo izmenjeno i dopunjeno izdanje, *Savremena administracija*, Beograd, str. 257-333.
- Van Leeuwen C., Seguin G. (1994). Incidences de l'alimentation en eau de la vigne, appreciee par l'etat hydrique du feuillage, sur le developpment de l'appareil vegetatif et la maturation du raisin (*Vitis vinifera* var. Cabernet Franc). *J. Int. Sci. Vigne. Vin.* 28:81-110.

### **Acknowledgement**

This paper was realized as a part of the project "Studying climate change and its influence on the environment: impacts, adaptation and mitigation" (43007) financed by the Ministry of Education and Science of the Republic of Serbia within the framework of integrated and interdisciplinary research for the period 2011-2014.

**saz012\_o807**

# Classification of Serbian winegrowing regions based on climate-viticulture indices

Mirjana RUMML<sup>1</sup>, Ana VUKOVIĆ<sup>1,3</sup>, Mirjam VUJADINOVIĆ<sup>1,3</sup>, Vladimir DJURDJEVIĆ<sup>2,3</sup>, Zorica RANKOVIĆ-VASIĆ<sup>1</sup>, Zoran ATANACKOVIĆ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 11080 Belgrade, Serbia (e-mail: mruml@agrif.bg.ac.rs)

<sup>2</sup>University of Belgrade, Faculty of Physics, Institute for Meteorology, Dobracina 16, 11000 Belgrade, Serbia

<sup>3</sup>SEEVCCC/RHMSS (South East European Virtual Climate Change Center, hosted by Republic Hydrometeorological Service of Serbia), Bulevar oslobođenja 8, 11000 Belgrade, Serbia

## Abstract

The aim of this work was to categorize wine region climates of Serbia using climate-viticulture suitability indices and compare the results to other winegrowing regions in Europe and worldwide. Meteorological observations for all available climatological stations located in the traditional viticultural regions of Serbia with complete data for the period 1961–1990 were used to determine five commonly used indices in viticulture zoning studies: growing season average temperature, the Winkler index, the heliothermal, dryness and cool night index as used in the Geoviticulture multicriteria climatic classification system.

Key words: grapevine, climate-viticulture indices, vineyard zoning, Serbia

## Introduction

Climate is one of the most important factors controlling grape and wine production from selection of a suitable grapevine (*Vitis vinifera* L.) varieties to the type and quality of wines produced (Gladstones, 1992). The climate-viticulture indices, relating vine suitability or potential to climate, are commonly used in vineyard zoning, site assessment and vine varieties selection (e.g. Jones et al. 2010). Also, they have been used to provide an initial evaluation of the climate change impacts on viticulture and shifts in viticultural suitable areas (e.g. Malheiro et al., 2010).

Various temperature-based metrics are used to place viticulture in the context of climate suitability such as growing degree-days, mean temperature of the warmest month, average growing season temperature, etc. One of the first indices developed for agriculture is the Winkler index (WI) proposed by Amerine and Winkler (1944). It is based on the heat unit concept using growing degrees base 10°C. Correlating the WI with quality wine grape production, they came up with five regions (Winkler et al, 1974). Despite the fact that their system has been refined, modified and criticized, it still forms the basis of viticultural climatic data. Jones (2006) defined five climate maturity groupings, ranging from very cool to very hot, based upon the average growing season temperature (Tgs) and ability to ripen a given variety. To classify the viticulture climate regions worldwide, Tonietto and Carbonneau (2004) created a Multicriteria climatic classification (MCC) system, based on 3 climate indices: (1) Heliothermal index (HI) – a coefficient of the thermal component that expresses the mean day length in relation to the latitude; (2) Dryness index (DI) – a measure of the level of presence-absence of dryness, and (3) Cool night index (CI) – used to describe night temperature during berry maturation. In their system, 97 of the established premium grape growing regions in 29 countries were identified, and classified into 36 climatic groups according to these indices. Few studies demonstrated that the MCC system is able to distinguish viticulture-climatic zones at regional scale, too (e.g. Queijeiro et al., 2006).

The main goal of this study was to better document the spatial climate structure in wine producing regions of Serbia using standard climate-viticulture indices such as Tgs and WI, but also using more recent MCC system that was set up with an aim to be universally valid.

## Materials and methods

We considered precipitation and temperature observations for all available climatological stations located in the traditional viticultural regions with complete data for the period 1961–1990 (the reference time period for the present climate according to the World Meteorological Organization). Data were provided by the Republic Hydrometeorological Service of Serbia. The climate-viticulture indices were calculated according to the equations given in Table 1 and evaluated on the basis of the maturity class levels listed in the same table.

**Table 1. Climate-viticulture indices and ranking systems used in the study**

Index/Reference	Equation	Period	Classes definition	
Average growing season temperature (Tgs) Jones (2006)	$\frac{1}{N} \sum ((T_{max} + T_{min}) / 2)$ Tmax – maximum daily temperature Tmin – minimum daily temperature N – number of days in the period	April - October	Too cool	< 13°C
			Cool	13 to 15°C
			Intermediate	15 to 17°C
			Warm	17 to 19°C
			Hot	19 to 21°C
			Very hot	21 to 24°C
			Too hot	>24°C
Growing degree-days (GDD or WI) Winkler et al. (1974)	$\sum ((T_{max} + T_{min}) / 2) - 10^{\circ}\text{C}$	April - October	Region I	< 1390
			Region II	1391 to 1670
			Region III	1671 to 1940
			Region IV	1941 to 2220
			Region V	> 2220
Huglin index (HI) Huglin (1978)	$\sum ((T_{avg} - 10^{\circ}\text{C}) + (T_{max} - 10^{\circ}\text{C}) / 2) * k$ Tavg – average daily temperature k- latitude /daylength adjustment factor	April - September	Very cool (HI-3)	< 1500
			Cool (HI-2)	1500 to 1800
			Temperate (HI-1)	1800 to 2100
			Temperate warm (HI+1)	2100 to 2400
			Warm (HI+2)	2400 to 2700
			Very warm (HI+3)	> 2700
Dryness index (DI) Tonnieto and Carbonneau (2004)	$W_o - \sum (P - ET)$ Wo – initial soil moisture P - precipitation ET – evapotranspiration	April - September	Very dry (DI+2)	< -100
			Moderately dry (DI+1)	-100 to 50
			Sub-humid (DI-1)	50 to 150
			Humid (DI-2)	>150
Cool night index (CI) Tonnieto (1999)	$\frac{1}{N} \sum T_{min}$	September	Cool nights (CI+1)	12 to 14°C
			Temperate nights (CI-1)	14 to 18°C
			Warm nights (CI-2)	> 18°C

## Results and discussion

The five climate-viticulture suitability indices were analyzed for each of 14 climatological stations individually, then averaged by region (Table 2) and compared to other viticultural regions worldwide.

According to classification based on Tgs, vineyard regions of Serbia belong to a warm category, which allows for a very large range of varieties to ripen (Jones, 2006). The Serbian viticultural regions, averaging around 1400-1500 GDD, fall into Winkler region II.

The three viticultural climates, defined in the Geoviticulture MCC system, are present in Serbia: (1) temperate, sub-humid with very cool nights (expressed by acronyms as HI–1 DI–1 CI+2), regions: Subotica-Horgoš, Srem and Nišava-South Morava; (2) temperate, humid with very cool nights (HI–1 DI–2 CI+2), regions: Banat, Šumadija-Great Morava and West Morava; (3) temperate warm, sub-humid with very cool nights (HI+1 DI–1 CI+2), Timok region. According to Tonietto and Carbonneau (2004), the theoretical characteristics of viticultural climate classes, identified in Serbia, are:

## Classification of Serbian winegrowing regions based on climate-viticulture indices

- in the temperate class HI-1, the late varieties, such as Cabernet-Sauvignon, Ugni Blanc and Syrah can reach maturity;
- in the temperate warm class HI+1, Grenache, Mourvèdre, Carignan can ripen, meaning that there is practically no heliothermal constraint to ripen all cultivated varieties (besides some exceptions such as the seedless varieties);
- sub-humid class DI-1 characterizes “absence of dryness”;
- humid class DI-2 corresponds to “absence of dryness” with a high level of water availability, that may have a negative effect on grape and wine quality; commonly best quality is obtain in less humid years;
- in the very cool nights class CI+2, the positive effect of low night temperatures on colour, aroma and flavour characteristics, depends primarily on a heliothermal potential that ensures good grape ripening for a given variety.

**Table 2. Mean values of climate-viticulture indices of major Serbian winegrowing regions.**

Region	Tgs (°C)	WI (DD)	HI (DD)	DI (mm)	CI (°C)
Subotica - Horgoš	17.4	1454	2009	144	10.8
Banat	17.9	1564	2065	181	11.2
Srem	17.7	1511	2050	150	11.2
Šumadija - Great Morava	17.4	1459	2033	179	10.6
West Morava	17.5	1479	2029	217	10.6
Timok region	17.8	1432	2118	140	10.4
Nišava - South Morava	17.6	1503	2058	144	10.8

Tgs - average growing season temperature; WI -Winkler index; HI - Huglin index; CI - Cool night index; DI - Dryness index. The unit DD stands for degree-days.

Jones et al. (2009) have examined the spatial structure of six commonly used climate-viticulture indices in 16 European winegrowing regions and compared the results to other western United States and Australian regions. Comparison of indices between Serbian and viticultural regions given in Jones et al. (2009) reveals that vineyards of Serbia have pretty unique viticultural climates. When hydric characteristics are considered, Serbian regions are similar to much cooler German regions. On the other hand, regions with similar heliothermic conditions as Serbian ones (Côtes du Rhône Méridionales in France; Barolo, Chianti and Classico Vino Nobile di Montepulciano in Italy; Porto and Vinho Verde in Portugal), are much drier and with higher minimum temperatures in the ripening month.

In the work of Tonietto and Carbonneau (2004), the same viticultural climates as those in Serbia, according to MCC system, have been identified in Perugia, Italy and Bratislava, Slovakia (HI-1 DI-1 CI+2), and in Macon, France (HI-1 DI-2 CI+2), but there are no matches for viticultural climate HI+1 DI-1 CI+2 in their database.

As reported by Queijeiro et al. (2006), same climatic groups as those in Serbia, have been found in Galicia (north west Spain) where the most present types are temperate (HI-1) or temperate warm (HI+1), sub-humid (DI-1) with very cool nights (CI+2).

It is important to point out that belonging to the same climatic group indicates similar, not necessarily the same climatic characteristics of the regions. Due to the large climate variability worldwide, there could be significant climatic differences between regions within the same climatic group and even with the same HI, CI and DI values. To better characterize the viticultural climate of a region, sometimes it is necessary to compare the values and changes of the climatic indices throughout the vine cycle and relate them to phenology.

## Conclusion

This study provides a comprehensive and climatically appropriate zoning of viticultural potential in Serbia and compares it to other traditional viticultural regions in Europe and worldwide. Since the baseline climate has been determined, then, it is possible to further investigate the impact of climate variability and climate change on grape growing conditions in the studied region.

## References

- Amerine M.A., Winkler A.J. (1944). Composition and quality of musts and wines of California grapes. *Hilgardia* 15:493-675.
- Gladstones J. (1992). *Viticulture and environment*. WineTitles, Adelaide. 310 pp.
- Huglin P. (1978): Nouveau Mode d'Évaluation des Possibilités Héliothermiques d'un Milieu Viticole. *C. R. Acad. Agr. France*, 1117-1126.
- Jones G.V. (2006). Climate and Terroir: Impacts of Climate Variability and Change on Wine. In *Fine Wine and Terroir - The Geoscience Perspective*. Macqueen R.W., and Meinert L.D. (eds.), Geoscience Canada Reprint Series Number 9, Geological Association of Canada, St. John's, Newfoundland, 247 p.
- Jones G.V., Moriondo M., Bois B., Hall A., Duff A. (2009). Analysis of the Spatial Climate Structure in Viticulture Regions Worldwide. Proceedings of the 32nd World Congress of the Vine and Wine and 7th General Assembly of the International Organisation of Vine and Wine, June 28-July 3, 2009. Zagreb, Croatia.
- Jones G.V., Duff A.A., Hall A., Myers J. (2010). Analysis of viticulture region climate structure and suitability in the western United States. *Am. J. Enol. Vitic.* 61:3:313-326
- Malheiro A.C., Santos J.A., Fraga H., Pinto J.G. (2010). Climate change scenarios for viticultural zoning in Europe. *Clim. Res.* 43: 163-177.
- Queijeiro, J.M.G., Blanco, D., Alvarez, C. (2006). Climatic zoning and viticulture in Galicia (North West Spain). Proceedings of the 6th International Terroir Congress, 2006, Bordeaux-Montpellier, 34-39.
- Tonietto J. (1999). Les macroclimats viticoles mondiaux et l'influence du mésoclimat sur la typicité de la Syrah et du Muscat de Hambourg dans le sud de la France: méthodologie de caractérisation. Thèse Doctorat. Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Montpellier.
- Tonietto J., Carbonneau A. (2004). A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. *Agric. Forest Meteorol.* 124, 81-97.
- Winkler A. J., Cook A., Kliewer W. M., Lider L. A. (1974). *General Viticulture*, (4th ed.), University of California Press, Berkeley, 740 p.

## Acknowledgements

This paper was realized as a part of the project "Studying climate change and its influence on the environment: impacts, adaptation and mitigation" (43007) financed by the Ministry of Education and Science of the Republic of Serbia within the framework of integrated and interdisciplinary research for the period 2011-2014.

s2012\_o808

# Intenzitet zaraze s *Botrytis cinerea* Pers. ex Fr. kod kultivara Graševina na podlogama Kober 5 BB i SO4 u Vinogorju Kutjevo

Brankica SVITLICA, Josip MESIĆ, Ana GAŠPAROVIĆ, Danijel KLEMENIĆ

Veleučilište u Požegi, Vukovarska 17, 34000 Požega, Hrvatska  
(e-mail:bsvitlica@vup.hr)

## Sažetak

Cilj istraživanja je bio utvrditi jačinu zaraze sivom plijesni kod kultivara Graševina na podlogama Kober 5BB i SO4, ocjenjivanjem intenziteta zaraze grozdova patogenom gljivicom *Botrytis cinerea*, kroz usporedbu pronosa grožđa/trsu te sadržaja šećera i kiselina u moštu. Istraživanja su provedena tijekom 2010. i 2011. godine u vinogradu Veleučilišta u Požegi, starosti pet godina. Našim istraživanjem smo utvrdili znatno veću zaraženost s *Botrytis cinerea* na obje podloge tijekom 2010. u odnosu na 2011. godinu, što se u prvom redu može pripisati utjecaju klimatskih čimbenika ponajprije količini oborina. U 2010. godini rezultati pokazuju vrlo visoke vrijednosti intenziteta zaraze na obje podloge: SO4 (45,91%), Kober 5BB (32,17%) u odnosu na 2011.godinu: SO4 (11,68 %), Kober 5 BB (9,35 %). Signifikantne razlike kod intenziteta zaraze sivom plijesni između podloga uočene su tijekom 2010. godine, dok ih tijekom 2011. godine unutar podloga nije bilo. Intenzitet zaraze sivom plijesni u 2010. godini u odnosu na 2011. godinu direktno je utjecao na visinu ostvarenih prinosa/trsu, pri čemu rezultati pokazuju značajne razlike u prinosima.

Ključne riječi: podloga, *Botrytis cinerea*, jačina zaraze

## Intensity of infection with *Botrytis cinerea* Pers. ex Fr. on variety Graševina on rootstock Kober 5 BB and SO4 in Vineyard Kutjevo

### Abstract

Aim of the research was to determine intensity of infection with *Botrytis cinerea* on variety Graševina on the rootstock Kober 5BB and SO4, evaluating the intensity of infection clusters pathogenic fungus *Botrytis cinerea*, by comparing the yield of grapes / vine and the sugar content and acidity in the wine. Researches were carried out during 2010 and 2011 year in the vineyard of the Polytechnic of Pozega, aged five years. Our study determined significantly more infections with *Botrytis cinerea* on both rootstock in 2010 compared to the 2011<sup>th</sup> year, which is primarily attributable to the influence of climatic factors, primarily amount of rainfall. In 2010 the results show very high values of intensity of infection on both rootstock: SO4 (45.91%), Kober 5BB (32.17%) compared to 2011 of: SO4 (11.68%), Kober 5 BB (9.35 %). Significant differences in infection intensity between gray mold surface were observed during 2010 year, while during 2011.there was no infection. The intensity of the gray mold disease in 2010 year compared to the 2011th year directly affected the amount of actual yield/vine, where the results show significant differences in yields.

Key words: rootstock, *Botrytis cinerea*, severity of infection

## Uvod

Kod uzgoja vinove loze jačina napada patogene gljivice *Botrytis cinerea* uvjetovana je različitim čimbenicima, među kojima značajnu ulogu imaju uzgojni oblici manje ili veće bujnosti. Kako bi se različitim profilaktičkim mjerama smanjio negativan utjecaj sive plijesni, preporučljivo je i korištenje manje bujnih podloga (Leroux, 1995).

Siva plijesan vinove loze koju uzrokuje gljivica *Botrytis cinerea* predstavlja jednu od ekonomski najznačajnijih bolesti vinove loze, osobito intenzivnog uzgoja (Kišpatić, 1976). Izravne štete od napada gljive *Botrytis cinerea* u smanjenju uroda u Hrvatskoj kreću se od 3 do 15 %, ovisno o godini, a prosječne godišnje štete iznose oko 4,1%. (Maceljski i sur., 2006).

Kod otpornosti vinove loze na napad *Botrytis cinerea* uključeni su različiti čimbenici i to: uzgojni oblici manje bujnosti, sorte čije bobice nisu sklone pucanju uslijed jakih kiša i prekomjerne vlage, prozračnost vinograda, racionalnije korištenje mehanizacije radi manjeg zbijanja tla te stvaranja bujnijeg korjenovog sistema i racionalnijeg upijanja vode iz tla. U odnosu na dosadašnja dostignuća još uvijek se nastoji proučiti povezanost između *Botrytis cinerea* i aktiviranje obrambenih mehanizama vinove loze. Kod obrambenih mehanizama i otpornosti vinove loze na *Botrytis* postoji bitna razlika u osjetljivosti vegetativnih i generativnih organa loze (Topolovec-Pintarić, S, 2000). Dokazano je da listovi starenjem postaju otporniji a bobice starenjem postaju osjetljivije na *Botrytis cinerea*.

U našem klimatskom podneblju najveće štete nastaju na grozdovima, koji dozrijevanjem i povećanjem sadržaja šećera postaju osjetljiviji na napad sive plijeni. Podloga Kober 5BB smatra se univerzalnom u mnogim vinogradarskim zemljama, a kod nas je to vodeća podloga s gotovo 97% zastupljenosti. Po agrobiološkim značajkama podloga Kober 5BB je bujnija i pokazuje kasnije dozrijevanje drva i grožđa u odnosu na podlogu SO4C (Licul i Premužić, 1977). Cilj našeg istraživanja bio je utvrditi jačinu zaraze sivom plijesni kultivara Graševina ovisno o bujnosti podloga Kober 5BB i SO4, uzimajući u obzir klimatske prilike, kao i njihov ukupni utjecaj na prinose grožđa/trsu te sadržaj šećera i kiselina u moštu.

## Materijal i metode

Istraživanja su obavljena tijekom 2010. i 2011. godine u vinogradu Veleučilišta u Požegi, starosti 5 godina, smještenom na lokalitetu Podgorje u Kutjevačkom vinogorju. Razmak sadnje 2,10 x 0,80, uzgojni oblik Guyot, opterećenje po trsu 10-12 pupova. Za postavljanje pokusa izabran je potpuno slučajni blok sustav. Pokusne parcele predstavljene su sa 4 repeticije/podlozi, od kojih je svaka repeticija predstavljena sa po 10 trsova. U pokus je uključen kultivar Graševina, klon A 3-2, na podlogama Kober 5BB i SO4.

U obje godine istraživanja provedeno je praćenje slijedećih parametara: intenzitet zaraze s *Botrytis cinerea*, prinos po trsu, sadržaj šećera i kiselina u moštu. Za suzbijanje sive plijesni tijekom vegetacije u godinama istraživanja provedena su po dva kemijska tretmana s kombiniranim sistemskim botriticidima i to u fazi pred zatvaranje grozdova i fazi šare, uz provođenje svih preventivnih agrotehničkih mjera. Berba grožđa uz ocjenjivanje zaraze sivom plijesni, provedena je u fazi fiziološke zrelosti grožđa u obje godine istraživanja. Klimatološki podaci (oborine) tijekom 2010. i 2011. godine, koji su korišteni u radu zabilježeni su u Klimatološkoj postaji „VIDIN“ u Kutjevu.

Ocjenjivanje jačine zaraze s *Botrytis cinerea* provedeno je prilikom berbe prema EPPO-skali (EPPO, 1982), ocjenama od 0-5, izraženo u postotku, te na osnovu broja grozdova svake kategorije (ocjene) dobivene vrijednosti razvrstane su u šest kategorija i obrađene prema Townsend-Heuberger formuli (Townsend, G. R, Heuberger, J. W., 1943):

$$P = \frac{\sum n \times k}{N \times K}$$

gdje je: P = srednja vrijednost stupnja bolesti svih procjenjenih objekata

Sn = broj ponovljenih slučajeva u svakoj kategoriji

k = kategorija (ocjena)

N = ukupan broj objekata uzet u procjeni

K = ukupan broj kategorija uzet u procjeni

Osim intenziteta zaraze s *B. cinerea*, prilikom berbe određivali su se prinosi grožđa po trsu i repeticiji te sadržaj šećera i kiselina u moštu.



**Intensity of infection with *Botrytis cinerea* Pers. ex Fr. on variety Graševina on rootstock Kober 5 BB and SO4 in Vineyard Kutjevo**

Na osnovu dobivenih odvaga uroda/trsu, izračunati su prosječni urodi/repeticijama, koji su obrađeni parametrijskom statističkom metodom ANOVA (dvosmjerna analiza varijance).

Šećeri su izmjereni refraktometrom i izraženi u °Oe. Ukupna kiselost izražena je kao vinska kiselina u g/l i određena je titrimetrijskom metodom sa n/10 NaOH. Svi rezultati istraživanja obrađeni su variaciono statistički.

**Rezultati i rasprava**

Na osnovu prosječnih vrijednosti jačine zaraze (%), analizom varijance (dvosmjerna ANOVA) utvrđene su razlike između varijanata (podloge) tijekom 2010. i 2011. godine. Vrijednosti jačine zaraze (%) izazvane gljivicom *B. cinerea* (Tablica 1), pokazuju da je utvrđena znatno veća zaraza na obje podloge tijekom 2010. godine u odnosu na 2011., što se u prvom redu može pripisati utjecaju klimatskih čimbenika ponajprije količini oborina. Količine i raspored oborina u konkretnim uvjetima podržavale su visoku vlažnost u vinogradu, što je omogućilo veću infekciju i intenzivniji razvoj bolesti osobito u vrijeme intenzivne zriobe grožđa, a istovremeno i najintenzivnijeg razvoja i širenja sive plijesni.

Od siječnja do studenog u 2010. godini palo je ukupno 1103 mm oborina, a samo u rujnu u vrijeme intenzivnog dozrijevanja grožđa 127,7 mm. U 2011. godini od siječnja do rujna palo je ukupno 425 mm oborina, a u rujnu svega 12,1 mm. Dobiveni rezultati pokazuju da je u 2010. godini značajno veća zaraza (45,91%) ostvarena na slabije bujnoj i ranije dozrijevajućoj podlozi SO4 u odnosu na Kober 5BB. Utjecaj podloge manje bujnosti (SO4) u odnosu na podlogu jače bujnosti (Kober 5BB) na zarazu sivom plijesni u našem slučaju ne potvrđuje očekivanja da će se veća zaraženost ostvariti na podlozi jače bujnosti i kasnijeg dozrijevanja. Tijekom 2011. godine zaraza s *B. cinerea* je nešto veća kod podloge SO4, bez signifikantne razlike u odnosu na podlogu Kober 5BB.

Usporedbom prosječnih prinosa grožđa/repeticiji (Tablica 1) u 2010. godini ne uočavaju se statistički značajne razlike, dok je tijekom 2011. godine primijećena statistička signifikantnost u visini prinosa u korist podloge Kober 5BB. Dobiveni rezultati potvrđuju direktan utjecaj jačine zaraze s *B. cinerea*, osobito u 2010. godini, što je uvjetovalo približno dva do tri puta manje urode grožđa/repeticiji u odnosu na 2011. godinu. Zaraza grozdova sivom plijesni u obje godine istraživanja je bila veća kod podloge SO4 te utjecala i na ostvarenje manjeg prinosa/trsu u odnosu na podlogu Kober 5BB.

**Tablica 1. Prosječne vrijednosti jačine zaraze (%) i prinosa (kg); sorta Graševina; lokalitet Podgorje; 2010. i 2011. godina**

Varijante	2010.			2011.		
	Broj grozdova/trs (prosjeak)	Jačina zaraze (%) (prosjeak)	Prinos/repeticiji (kg) (prosjeak)	Broj grozdova/trsu (prosjeak)	Jačina zaraze (%) (prosjeak)	Prinos/repeticiji (kg) (prosjeak)
5 BB	17	32,17 /a	1,49 /a	23	9,35 /a	3,59 /b
SO4	24	45,91 /b	1,36 /a	28	11,68 /a	2,81 /a
F exp.		29,07 *	0,29 ns	F exp.	1,98 ns	10,98 *
F tabl. (P=5%)		10,13	10,13	F tabl. (P=5%)	10,13	10,13
LSD P=5%		8,11	0,77	LSD P=5%	5,26	0,75

**Tablica 2. Prosječni sadržaj šećera u moštu (°Oe); sorta Graševina; lokalitet Podgorje; 2010. i 2011. godina**

Varijante	2010.		2011.	
	Prosječan sadržaj šećera (°Oe)	Prosječna ukupna kiselost (g/l)	Prosječan sadržaj šećera (°Oe)	Prosječna ukupna kiselost (g/l)
Kober 5BB	109 /a	6,7 /a	92 /a	5,6 /a
SO4	105 /a	7,4 /a	89 /a	5,8 /a
F exp.	3,55 ns	5,97 /ns	0,59 ns	2,93 /ns
F tabl. (P=5%)	10,13	10,13	10,13	10,13
LSD P=5%	6,75	1,17	12,39	0,42

U Tablici 2. prikazane su prosječne vrijednosti sadržaja šećera (°Oe) i ukupne kiselosti izražene kao vinska kiselina (g/l) u moštu u trenutku berbe u 2010. i 2011. godini. Iako je u obje godine prosječan sadržaj šećera veći kod podloge 5BB, ne postoji statistički značajna razlika među varijantama. U 2010 godini zabilježene su

veće prosječne vrijednosti sadržaja šećera u odnosu na 2011. godinu premda su klimatske prilike u vrijeme dozrijevanja grožđa bile znatno povoljnije tijekom 2011. Manji sadržaj šećera u klimatski povoljnijoj 2011. godini vjerojatno je posljedica izuzetno velikog prinosa po trsu u odnosu na 2010. godinu. Utjecaj podloge na ukupnu kiselost među varijantama u obje godine istraživanja nije zabilježen, odnosno varijante se nisu značajno razlikovale.

### Zaključci

Na osnovu rezultata istraživanja, dobivene vrijednosti jačine zaraze s patogenom gljivicom *B. cinerea*, pokazuju znatno veću zarazu tijekom 2010. u odnosu na 2011. godinu na obje istraživane podloge (Kober 5BB i SO4), što se objašnjava vladajućim klimatskim prilikama u godinama istraživanja ponajprije količini i rasporedu oborina. U 2010. godini nešto značajnija zaraza Botrytisom (45,91%) na podlozi SO4 u odnosu na Kober 5BB (32,7%), može se pripisati iznimno povoljnoj godini za razvoj sive plijesni te većem opterećenju trsova. Analizom jačine zaraze Botrytisom u obje godine istraživanja može se zaključiti da izbor podloge u našem slučaju nije presudan i nema značajan utjecaj na smanjenje zaraze sivom plijesni. Našim istraživanjem utvrđen je dominantan utjecaj jačine zaraze na visinu ostvarenih prinosa kako po trsu, tako i repetaciji. Utjecaj podloge na sadržaj šećera i ukupne kiselosti u moštu u obje godine istraživanja nije pokazao signifikantost.

### Literatura

- EPPO, (1997): Guideline for the efficacy evaluation of plant protection products; Vol. 2; PP 1/17 (2); 20-23.
- EPPO, (1982): Guideline for the biological evaluation of pesticides ; 12 (3);. Paris; 272-274.
- Kišpatić, J. (1976): Opća problematika i stanje zaštite vinove loze. Zaštita bilja (poseban broj; 23-26).
- Leroux, P. (1995): Progress and problems in the control of *B. cinerea* in grapevine; Pesticide Outlook, 10; 13-19.
- Licul, R., Premužić, D., (1977): Praktično vinogradarstvo i podrumarstvo; Nakladni zavod Znanje; Zagreb. No. 7;
- Maceljski, M., Cvjetković, B., Ostojić, Z., Barić, B. (2006): Štetočinke vinove loze, Zrinski d.d. Čakovec.
- Topolovec-Pintarić, S. (2000): Urođena i stečena otpornost *B. cinerea* Pers. ex FR. na botriticide u vionogradima i suodnos rezistentnih patotipova; Doktorska disertacija; Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb.
- Townsend, G. R, Heuberger, J. W.(1943): Mhetods of estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. Plant Disease Reporter, 17.

sa2012\_o809

# Hormonal regulation of growth, fruit set and yield of grapevine cultivar Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.)

Slavica TODIĆ<sup>1</sup>, Zoran BEŠLIĆ<sup>1</sup>, Sasa MATIJAŠEVIĆ<sup>1</sup>, Zorica RANKOVIĆ-VASIĆ<sup>1</sup>, Ivan KULJANČIĆ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 11080 Belgrade, Serbia (e-mail: slavicat@agrif.bg.ac.rs)

<sup>2</sup>University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Serbia

## Abstract

The effects of foliar application of paclobutrazol (PC), chlorcholinechloride (CC) and gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) on vegetative growth, fruit set and yield of grapevine cultivar Cabernet Sauvignon were evaluated. Results indicate that application plant growth regulators carried out during the period of intensive vegetative growth considerably influence the shoot growth, berry set, number of berries per cluster, berry weight and skin to pulp ratio. PC and CC strongly inhibited shoot growth and increased berry set. The number of berries per cluster, cluster weight and grape yield per m<sup>2</sup> were increased. Smaller berries resulting from applied growth inhibitors treatments increase the skin-to-pulp ratio, may resulting in wines with deeper color and more concentrated flavors. The achieved increase in grape yield was significant in the PC1000, CC2000 and CC1000 variant compared with a control. Application of GA<sub>3</sub> reduced the degree of berry settings. Number of berries per cluster was decreased while berry weight was increased. The GA<sub>3</sub> concentration 150 mg/l produced significant decrease in grape yield. The effect of growth regulators is directly dependent on the applied concentration.

Key words: growth inhibitors, berry set, grape yield

## Introduction

The application of plant growth regulators in viticulture is a constituent part of biotechnology. It is often necessary to act against excessive vine growth, which affects grape yield. After flowers are pollinated and begin to set fruit, photosynthate allocation begins to transition from shoot tips to fruit clusters to support fruit growth. In addition, bloom is when the buds for next year's crop start to form. By this time, reserves are largely depleted, and the vine becomes dependent solely on this year's canopy to support further canopy development and shoot growth — as well as cluster development. Shoot tips and fruit compete as sink for photosynthate (Martinson, 2011). The application of a great number of growth regulating substances, such as ethephone, paclobutrazol, chlorcholinechloride evidenced great importance of those substances in achieving a balance between plant growth and yield quality cropping. This is especially important for cultivars that in their nature tend to develop vigorous vines. Reduction in vegetative growth by application of chlorcholinechloride was previously reported by Fabbri et al. (1986). Applications of paclobutrazol inhibited shoot growth, with earlier applications in the growing period being more significant than later (Buban 1986). In addition to the primary effects from application, related to the inhibition of growth and shortening of the shoot length, secondary effects were also observed, such as increased accumulation of assimilatives in the shoot and enhanced formation of reproductive organs (Dalziel and Lawrence 1984) and increased frost resistance (Radzhabov 1984).

In our trials on the grapevine, it was assumed that the application of growth inhibitors at the stage of intensive shoot growth (before bloom) might retard it, which results in developing more favorable conditions for fertilization and fruit set (Christov et al., 1995).

## Material and methods

The experiment was carried out in one of the vineyards situated within a large “Rasadnik” holding of “Jagodinski Podrumi” a branch of “Navip” Co. The row spacing is 3 m and between the vines in a row 1.2 m. The training system is modified two-sided cordon. It consists of two trunks developed from the vine basis. At a 90-cm height two shorter horizontal cordons were trained with two fertile knots each, where mixed pruning is performed. Trials were carried out on the Cabernet Sauvignon cultivar grafted on *V. Berlandieri* (Planchon)  $\times$  *V. Riparia* (Michaux) – SO4 rootstock.

Plant growth regulating substances of opposite effects were employed in the trials – growth inhibitors such as paclobutrazol and chlorcholinechloride and extremely effective growth promotant such as gibberellic acid. During three vegetative periods, plants were treated foliarly twice during vegetative growth: 10 – 15 days prior to flowering and 10 – 15 days after full bloom.

The experiment variants applied were as follows:

- C..... untreated plants
- PC500..... paclobutrazol treatment at concentration of 500 mg/l
- PC1000..... paclobutrazol treatment at concentration of 1000 mg/l
- CC1000..... chlorcholinechloride treatment at concentration of 1000 mg/l
- CC2000..... chlorcholinechloride treatment at concentration of 2000 mg/l
- GA100..... gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) treatment at concentration of 100 mg/l
- GA150..... gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) treatment at concentration of 150 mg/l

The experiment was set in three blocks with three replicates. Each replicate consisted of 10 homogeneous vines.

## Results and discussion

To eliminate effects of different degrees of load bud on growth, yield and grape quality, we made efforts during regular winter pruning each year to load experimental vines with equal number of winter buds. The number of developed shoots and fertile shoots was fairly consistent in all treatments (Table 1).

Table1. Average number of buds, developed and fertile shoots per vine

Variant	PC1000	PC500	CC2000	CC1000	GA150	GA100	C
No. buds/vine	47.50	47.30	47.70	47.60	47.47	47.46	47.60
Lsd 0,05-0,01	0,5841 - 0,8107						
buds/m <sup>2</sup>	13.19	13.20	13.25	13.22	13.19	13.18	13.22
Developed shoots	38.37	37.89	37.33	38.20	37.90	38.00	38.46
Lsd 0,05-0,01	1.4190 - 1,9694						
Fertile shoots	33.67	32.43	32.90	32.70	32.80	31.73	32.97
Lsd 0,05-0,01	2.2724 - 3,1538						

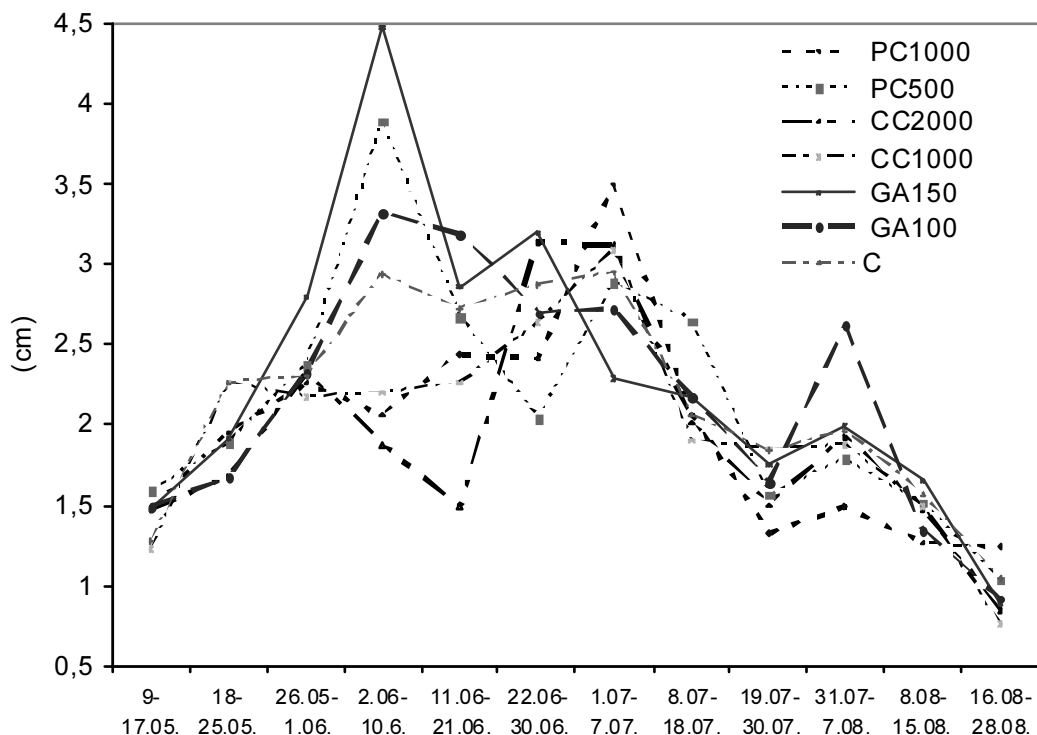
Vegetative growth. The studied substances demonstrated the strong effects on shoot growth, especially in June (Table2, graph.1). In the month of June in variants with growth inhibitors, monthly growth was lower by 20% - PC1000, 25% - CC2000 and 17% - CC1000 compared with control. In variants with gibberellic acid treatment monthly shoot growth was increased, compared with a control, by 8% (GA100) and 22% (GA150). The biggest difference in the shoot growth where in June, during the period of intensive growth of the shoots. Looking at the monthly growth of shoots was achieved in August, noted that the second part of the growing season stimulating effect of GA on growth disappears and does not recognize the significant differences between treatments with GA and control (Table2, graph.1).

Obviously that in June, there was a “slowdown” in the growth of the shoots in all treatments with growing retardants, which is important for processes that occur in the vine during this period (flowering, fruit set). Gibberellic acid is exhibited the opposite effect on the growth on the shoots, where the effect of action depends on the applied concentration (Table 2, graph.1). Inhibitory effect of paclobutrazol on the shoots growth were found Intrieri et al. (1986), Hunter and Proctor (1990), where it is very important that

**Hormonal regulation of growth, fruit set and yield of grapevine cultivar Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.)**

**Table 2. Monthly shoot growth of cv. Cabernet Sauvignon (cm)**

Month	PC1000	PC500	CC2000	CC1000	GA150	GA100	C
May	58.40	56.60	55.20	55.80	60.10	55.080	58.10
Jun	65.90	82.90	61.60	68.60	100.50	89.20	82.30
July	59.00	63.00	58.10	61.00	56.70	57.10	61.30
August	38.20	40.00	38.40	36.90	40.80	47.80	41.80



**Graph.1 Dynamics of shoot growth of cv. Cabernet Sauvignon**

the treatments are performed in the stage of intensive growth of the shoots (Bonomo et al., 1986; Elfving and Proctor, 1986).

Berry set. Compared to control the application of growth inhibitors led to increased degree of berry set 10,40% (CC2000); 9,20% (PC1000) and 5,80% (CC1000).

Application of gibberellic acid reduce the degree of berry set, where the effect is directly dependent on the applied concentration. Gibberellic acid treatments (GA150) decreased percent of berries set, compared with untreated vines, by 8.80% (Table3).

Same effects of GA<sub>3</sub> on berry set achieved Abu-Zahra (2010). Results indicate that application plant growth regulators carried out during the period of intensive vegetative growth considerably influence the cluster weight, number of berries per cluster, berry weight and skin to pulp ratio (Table 4). In PC1000, CC1000 and CC2000 treatments, significant increase in cluster weight was achieved, resulting from the increased number of berries per cluster, while in GA150 treatment very significant decrease in the number of berries per cluster and significant decrease average cluster weight were achieved.

In all treatments with growth inhibitors average berry weight was reduced, which was evaluated as significant in the CC2000 variant. Reduced shoot growth, canopy density, berry weight and increased berry per cluster in cv. Riesling following foliar applications of paclobutrazol were also found by Wolf et al., 1991. GA<sub>3</sub> had quite contrary effect on berry weight. The achieved increase in berry weight was statistically confirmed (Table 4). The grape composition varied greatly with berry size. A reduction in berry size seemed desirable for the improvement of grape quality (Barbagallo et al., 2011). Differences in berry size may affect red wine

quality by altering the skin:pulp ratio and modifying the amount of solutes extracted from skins during maceration (Roby et al., 2004; Roby and Matthews, 2004).

**Table 3. Berry set (%) in cv. Cabernet Sauvignon**

Variant	PC1000	PC500	CC2000	CC1000	GA150	GA100	C
No of flowers/ inflorescences	266.2	308.3	293.6	280.9	301.1	277.6	289.5
No of berries set/bunch	113.4	105.1	128.6	110.1	74.1	85.0	96.7
% of setting	42.60	34.10	43.80	39.20	24.60	30.60	33.40

**Table 4. Cluster weight, berry weight, number of berries per cluster, yield and skin to pulp ratio**

Variant	PC1000	PC500	CC2000	CC1000	GA150	GA100	C
Cluster weight g	79.17*	69.87	81.10**	77.43*	62.97	67.80	70.43
LSD 0.05-0.01	6.8440 – 9.49.86						
Berry weight g	1.01	1.04	0.99*	1.01	1.13*	1.13*	1.06
LSD-0.05-0.01	0.0641 – 0.0889						
No of berries per cluster	96.73**	83.57	100.4**	96.17**	63.70**	78.23	81.87
LSD 0.05-0.01	10.9289 – 15.1680						
Skin to pulp ratio	0.0835	0.0824	0.0923	0.0825	0.0681	0.0674	0.0787
Grape yield per m <sup>2</sup>	0.914*	0.803	0.947*	0.917*	0.664*	0.747	0.803
LSD 0.05-0.01	0.1063- 0.1476						

The treatments CC2000, CC1000, PC1000 PC500 increased the skin to pulp ratio which has implications for red wine composition and quality due to the importance of the extraction of skin-derived compounds - mainly anthocyanins, tannins, and flavonols during fermentation. Smaller berries resulting from applied growth inhibitors treatments and increase the skin-to-pulp ratio, may resulting in wines with deeper color and more concentrated flavors. The achieved increase in grape yield was significant in the PK1000, CC2000 and CC1000 variant compared with a control. The GA<sub>3</sub> concentration - 150 mg/l produced very significant decrease in grape yield (Table 4).

## Conclusion

Foliar treatments with paclobutrazol (PC) and chlorcholinechloride (CC) applied in intensive shoots growth period (before flowering and immediately after flowering) exhibited a strong inhibitory effect on shoot growth of cv. Cabernet Sauvignon. The highest inhibition of growth was achieved in June after the first treatment whereby favorable conditions for fertilization and berry set were developed. A temporary delay in shoot growth during this period showed a positive effect on the fruit set. Contrary effects are achieved by Gibberellic acid (GA). Effects of plant growth regulators are directly depend on the applied concentration. The cluster weight, berry weight and number of berries per cluster were under the influence of applied growth regulators. Treatments PC and CC caused the increase in the number of berries in a cluster and the cluster weight. In same treatments yield was increased. The berry weight was significantly reduced (CC2000). As a result of reduced berry weight the skin to pulp ratio was increased. For red cultivars increasing skin participation in the total berry weight is important and may resulting in wines with deeper color and more concentrated flavors. The GA treatments resulted in contrary effects on cluster structure and grape yield. At concentration of 150mg/l number of berries per cluster and grape yield were decreased while berry weight was increased.

## References

- Abu-Zahra T. (2010). Berry size of Thompson seedless as influenced by the application of gibberellic acid and cane girdling. Pak. J. Bot. 42(3): 1755-1760.
- Barbagallo M.G., Guidoni S. and Hunter J.J. (2011). Berry Size and Qualitative Characteristics of *Vitis vinifera* L. cv. Syrah. S. Afr. J. Enol. Vitic. 32(1): 129-136

**Hormonal regulation of growth, fruit set and yield of grapevine cultivar Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.)**

- Bonomo R., Montalti P., Palara U. (1986). Time of paclobutrazol foliar application in young Golden Delicious apple trees. *Acta horticulturae* 179: 553-554.
- Buban T. (1986). Changes in growth properties of apple trees treated with paclobutrazol, PP333. *Acta Horticult.* 179(2): 549–550.
- Christov Ch., Tsvetkov J., Kovachev V. (1995). Use of paclobutrazol to control vegetative growth and improve fruiting efficiency of grapevines (*Vitis vinifera* L.). *Bulg. J. Plant Physiol.* 21(4):64-71.
- Dalziel J. and Lawrence D.K. (1984). Biochemical and biological effects of Kaurene oxidase inhibitors, such as paclobutrazol. In: Menhenett R. and Lawrence D.K. (eds), *Biochemical Aspects of Synthetic and Naturally Occurring Plant Growth Regulators*. Monograph 11. British Plant Growth Regulator
- Elfving D.C., Proctor J. T. A. (1986). Long-term effects of paclobutrazol (Cultar) on apple trees shoot growth cropping and fruit – leaf relations. *Acta horticulturae* 179: 473-480.
- Fabbri A., Lambardi M. and Sani P. (1986). Treatments with CCC and GA3 on stock plants and rooting of cuttings of the grape rootstock 140 Ruggeri. *Am. J. Enology Viticult.* 37(3): 220–223.
- Hunter D., Proctor J. (1990). Paclobutrazol bioassay using the axillary growth of grape shoot. *Hort. Science* 25: 309-310
- Intrieri C., Silvestroni O., Poni S. (1986). Preliminary experiments on paclobutrazol effects on potted grapevines (*V. vinifera*, cv. “Trebiano”). *Acta horticulturae* 179: 219-222.
- Martinson T. (2011). *Grapevine Sources and Sinks: Allocation of Photosynthate over the Growing Season*. Cornell University. [www.extension.org](http://www.extension.org)
- Radzhabov A.C. (1984). Effect of chloromequat on some physiological and biochemical processes and frost resistance of grapevines. *Puti intensivikaci Vinogradarstva* 55, pp. 117–121
- Roby G., Harbertson J.F., Douglas A.A. & Matthews M.A., (2004). Berry size and vine water deficits as factors in wine grape composition: Anthocyanins and tannins. *Aust. J. Grape and Wine Res.* 10, 100-107.
- Roby G. and Matthews M., (2004). Relative proportions of seed, skin and flesh, in ripe berries from Cabernet Sauvignon grapevines grown in a vineyard either well irrigated or under water deficit. *Aust. J. Grape and Wine Res.* 10, 74-82.
- Wolf T.C., Cook M.C. and Zoecklein B.W. (1991). Paclobutrazol effects on growth and fruit yield of ‘Riesling’ (*Vitis vinifera*) grapes in Virginia. *Plant Growth Regul. Soc. Am. Quart.* 19: 90–100.

**sa2012\_o810**

# Quercetin content and total antioxidant potential of red wines

Vesna WEINGERL, Stanko VRŠIČ, Borut PULKO, Janez VALDHUBER

University of Maribor, Faculty of Agriculture and Life Sciences, Pivola 10, 2311 Hoče, Slovenia  
(e-mail: vesna.weingerl@uni-mb.si)

## Abstract

The aim of this work was to compare determination of quercetin concentration using HPLC-UV/VIS method with antioxidant properties of selected red wines. Typical Slovenian wine varieties like “Merlot”, “Refošk”, “Barbera”, “Cabernet Sauvignon”, “Teran”, “Blue Pinot” and “Blue Frankish” were chosen. We applied the conventional Folin-Ciocalteu spectrophotometric method for determination of the total antioxidant potential method (TAP<sub>SP</sub>). TAP<sub>SP</sub> determined for analysed wines ranged from 1082 to 3593 mg GA/L, quercetin content, determined with HPLC-UV/VIS method, was between 0.94 and 14.2 mg/L. The concentration of quercetin in red wine was good correlated ( $R^2 = 0.69$ ) with TAP<sub>SP</sub>.

Key words: quercetin, polyphenols, antioxidant potential, HPLC, wine

## Introduction

Regarding chemical composition, phenolic antioxidants were divided into two groups: flavonoids (flavons, flavonols – quercetin, isoflavons, anthocyanins, flavanols – catechins, flavanins) and nonflavonoids (stilbens – resveratrol, phenolic acids, like hydroxycinnamic, hydroxybenzoic and gallic acid).

Flavonols are one of the most studied classes of polyphenolic components, because of the importance pertaining to their antioxidant potential and other biological activities, including cardioprotective, anti-carcinogenic, anti-inflammatory, anti-viral and antibacterial activities. Flavonols (e.g. quercetin) are a group of flavonoids that occur in foods as O- and C-glycosides (Shahidi et al. 1992, Opie et al. 2007 and Gould et al. 2008). Figure 1 represents molecular structure of quercetin.

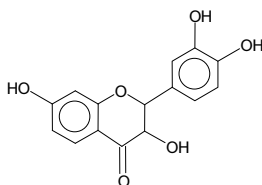


Figure 1. Molecular structure of quercetin.

Phenolic antioxidants define total antioxidant potential of wines and have the greatest influence on it. Authors showed that in grape seeds gallic acid, catechins and epicatechins prevailed, whereas in peel ellagic acid, quercetin and *trans*-resveratrol were most common. The high antioxidant potential of red wines can be ascribed to the synergistic effect of the mixture of natural phenolic antioxidants (Lopez-Velez et al. 2003).

Production technology is one of the main factors influencing the high antioxidant potential of red wines (Downey et al. 2006, Vršič et al. 2009). During winemaking the grape pulp is fermented, and fruit peel and seeds are very rich in phenolic antioxidants. The concentration of polyphenols in peel is higher than in the flesh (Fuhrman et al. 2001, Darias-Martin et al. 2000). During intensive pressing or during long contact of



juice with pulp the content of phenolic compounds increases rapidly (Fuhrman et al. 2001). It was found that in wines fermented with peel the concentration of phenolic antioxidants was 2 times higher than in wines fermented without peel (Darias-Martin et al. 2000).

Antioxidant potential and polyphenol composition were assessed in wine of Croatian origin (Katalinic et al. 2004). The concentration of total polyphenols in red wines ranged from 2200 to 3200 mg GA/L.

In winemaking, phenolic antioxidants are extracted from berry skins, seeds and stems during crushing and fermentation. Due to the market demand, knowledge of the concentration of phenolic antioxidants in wine and their antioxidant potential is very important.

Wine, especially red wine, is a very rich source of flavonol quercetin and many others polyphenols. Various methods for characterisation of total antioxidant potential are presently in routine use, although some are non-stoichiometric (Magalhaes et al. 2009, Weingerl et al. 2009), Malovana et al. 2001, Careri et al. 2003, Prior et al. 2005, Mozetič et al. 2006, Prosen et al. 2007). Some of these methods allow for rapid characterization of wines, and allow for evaluation of synergistic effects of various wine components, e.g. transition metals (Strlič et al. 2002), which can have pro-oxidative effects in a mixture with phenolic compounds. The results of such analyses are usually given in equivalents of gallic acid or other reference compounds. Among these methods, determination of total phenolic content using the Folin-Ciocalteu reagent, as described by Singleton and Rossi (Singleton et al. 1965), is very common.

For determination of total antioxidant potential (TAP<sub>SP</sub>) spectrophotometric method described by Singleton and Rossi was used, where oxidation of phenolic compounds with the Folin-Ciocalteu reagent (Folin et al. 1927) (mixture of phosphotungstate and phosphomolibdate) results in production of coloured products, of which the absorption is measured at 765 nm.

### Material and methods

73 commercially available red wine samples were purchased and directly analysed. All wine samples were filtered through 0.45 µm Chromafil polyamide/nylon syringe filters (Macherey-Nagel, Düren, Germany) before injection. For all chromatographic analyses, the wine samples were diluted ten times with the respective mobile phases described above.

The HPLC system Waters 600E was composed of the isocratic pump W600, the autosampler Waters 717+ and the Waters 996 photodiode array detector.

Experimental conditions were the following: mobile phase A: 0.1% orthophosphoric acid; mobile phase B: methanol; mixed in a linear gradient as follows: 0 min: 90% A, 10% B; 15 min: 78% A, 22% B; 25 min: 50% A, 50% B; 34 min: 34% A, 66% B; 35 min: 90% A, 10% B; flow-rate: 1.0 mL/min; detection 253 nm; injection volume: 50 µL; HPLC column: Synergi Hydro RP 150x4.6 mm, 4 µm (Phenomenex, Torrance, California, USA), temperature: 35 °C. Retention time: 32.1 min. All solvents were HPLC-grade and were degassed before use.

Determination of total antioxidant potential (TAP<sub>SP</sub>) was performed according to the Singleton-Rossi procedure (Singleton et al. 1965). TAP<sub>SP</sub> of an antioxidant sample was estimated by measuring its reducing capacity with the Folin-Ciocalteu reagent using a spectrophotometer.

The Folin-Ciocalteu reagent is a mixture of phosphowolframic acid (H<sub>3</sub>PW<sub>12</sub>O<sub>40</sub>) and phosphomolybdic acid (H<sub>3</sub>PMo<sub>12</sub>O<sub>40</sub>), the absorbance of which was measured after the reaction at 765 nm using a Cary 1E spectrophotometer (Varian, California, USA). The Folin-Ciocalteu reagent contains sodium tungstate, sodium molybdate, orthophosphoric acid, hydrochloric acid, lithium sulphate, bromine, hydrogen peroxide.

Briefly, 25 µL of a red wine sample, 15 mL of distilled water, 1.25 mL of the diluted (1:2) Folin-Ciocalteu reagent, 3.75 mL of a sodium carbonate solution (20%) were mixed and distilled water was added to make up the total volume of 25 mL. The solution was agitated and left to stand for 120 min at room temperature for the reaction to take place. The calibration curve was prepared with gallic acid solutions in the concentration range from 0 to 1000 mg/L. The results are expressed as mg<sub>gallic acid</sub>/L. The results for standards were highly reproducible (calibration curve squared regression coefficient >0.9993). All determinations were performed in triplicates.

## Results and discussion

Quercetin content, determined with HPLC-UV/VIS, in analysed red wine samples was between 0.94 and 14.2 mg/L. The highest average concentrations of quercetin were determined in wine varieties “Merlot” and “Refošk”, following by “Barbera”, “Cabernet Sauvignon”, “Teran”, “Blue Pinot” and “Blue Frankish”.

Spectrophotometric determination of total antioxidant potential ( $TAP_{SP}$ ) with Folin-Ciocalteu reagent is a robust method for estimating the total content of reducing phenolic compounds in wine.  $TAP_{SP}$  determined for analysed red wines ranged from 1082 to 3593 mg GA/L.

Comparison between  $TAP_{SP}$  and quercetin concentration in analysed wine samples is shown on Figure 2.

There is a good correlation ( $R^2=0.69$ ) between the quercetin content, determined using HPLC-UV/VIS and the total antioxidant potential determined using the spectrophotometric method (Figure 2).

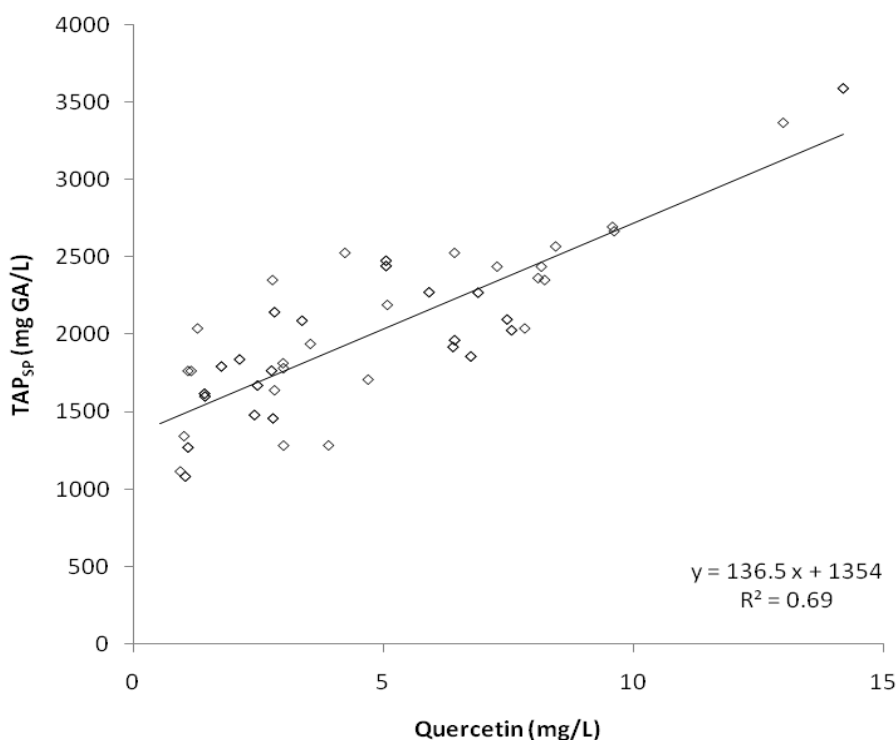


Figure 2.  
Comparison between spectrophotometric determinations of  $TAP_{SP}$  and quercetin, determined using HPLC-UV/VIS in red wines.

## Conclusions

Comparison of routinely used Folin-Ciocalteu spectrophotometric method for determination of the total antioxidant potential and liquid chromatographic method with UV/VIS detection for determination of quercetin led us to the following conclusions: determinations of the  $TAP_{SP}$  correlate with the contents of quercetin as obtained using HPLC-UV/VIS in all wine samples ( $R^2=0.69$ ). The exhibited differences may also be the result of synergistic and/or antagonistic effects of difference wine compounds contributing to the chemistry leading to colour formation according to the Folin-Ciocalteu method. These are not assessed using separation methods.

Spectrophotometric determination of total antioxidant potential is a routine used robust method for estimating the total content of reducing phenolic compounds in wine.  $TAP_{SP}$  determined for analysed red wines ranged from 1082 to 3593 mg GA/L.

Quercetin content, determined with HPLC-UV/VIS, in analysed red wine samples was between 0.94 and 14.2 mg/L.

The highest average concentrations of quercetin were determined in wine varieties “Merlot” and “Refošk”, followed by “Barbera”, “Cabernet Sauvignon”, “Teran”, “Blue Pinot” and “Blue Frankish”.

### References

- Careri, M., Corradini, C., Elviri, L., Nicoletti, I., and Zagnoni, I. (2003). Direct HPLC Analysis of Quercetin and trans-Resveratrol in Red Wine, Grape, and Winemaking Byproducts, *J. Agric. Food Chem.* 51(18): 5226–5231.
- Darias-Martin, J.J., Rodrigues, O., Diaz, E., Lamuela-Raventos, R.M. (2000). Effect of skin contact on the antioxidant phenolics in white wine. *Food Chemistry* 71: 483-487.
- Downey, M.O., Dokoozlian, N.K., Krstic, M.P. (2006). Cultural practice and environmental impacts on the flavonoid composition of grapes and wine: A review of recent research. *Am. J. Enol. Vitic.* 57: 257–268.
- Folin, O., Ciocalteu, V. (1927). On tyrosine and tryptophane determinations in proteins. *J. Biol. Chem.* 73: 627-650.
- Fuhrman, B., Volkova, N., Suraski, A., Aviram, M. (2001). White wine with red wine like properties: increased extraction of grape skin polyphenols improves the antioxidant capacity of the derived white wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49(7): 3164-3168.
- Gould, K., Davies, K., Winefield, C. (2008). *Anthocyanins: Biosynthesis, Functions, and Applications*. Springer, New York, ZDA.
- Katalinic, V., Milos, M., Modun, D., Music, I., Boban, M. (2004). Antioxidant effectiveness of selected wines in comparison with (+)-catechin. *Food Chemistry* 86: 593-600.
- Lopez-Velez, M., Martinem-Martinez, F., Dell Valle-Ribes, C. (2003). The study of phenolic compounds as natural antioxidants in wine. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 43(3): 233–244.
- Magalhães, L.M., Santos, M., Segundo, M.A., Reis, S., Lima, J.L.F.C. (2009). Flow injection based methods for fast screening of antioxidant capacity. *Talanta*. 77(5): 1559-1566.
- Malovana, S., Montelongo Garcia, F.J., Perez, J.P. and Rodriguez-Delgado, M.A. (2001). Optimisation of sample preparation for the determination of trans-resveratrol and other polyphenolic compounds in wines by high performance liquid chromatography. *Anal. Chim. Acta.* 428: 245-253.
- Mozetič, B., Tomažič, I., Škvarč, A., Trebše, P. (2006). Determination of polyphenols in white grape berries cv. Rebula. *Acta chim. slov.* 53: 58-64.
- Opie, L. H. and Lecour, S. (2007). The red wine hypothesis: from concepts to protective signalling molecules. *Eur. Heart J.* 28(14): 1683–1693.
- Prior, R. L., Wu, X. and Schaich, K. (2005). Standardized Methods for the Determination of Antioxidant Capacity and Phenolics in Foods and Dietary Supplements. *J. Agric. Food Chem.* 53: 4290-4302.
- Prosen, H., Kočar, D., Strlič, M., and Rusjan, D. (2007). In vino veritas: LC-MS in wine analysis. *LC-GC Eur.* 20: 617-621.
- Shahidi, F. and Wanasundara, P.K. (1992). Phenolic antioxidants. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 32(1): 67-103.
- Singleton, V. L., and Rossi, J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.* 16: 144.
- Strlič, M., Radovič, T., Kolar, J. and Pihlar, B. (2002). Anti- and pro-oxidative properties of gallic acid in Fenton-like systems. *J. Agric. Food Chem.* 50: 6313-6317.
- Vršič, S., Pulko, B., Valdhuber, J. (2009). Influence of defoliation on carbohydrate reserves of young grapevines in the nursery. *European journal of horticultural science.* 74(5): 218-222.
- Weingerl V., Strlič, M., Kočar, D. (2009). Comparison of methods for determination of polyphenols in wine by HPLC-UV/VIS, LC/MS/MS and spectrophotometry. *Acta Chim. Slov.* 56(3): 698-703.

sa2012\_o811



Croatian <sup>47</sup>  
*sa*  
2012 <sub>7</sub> International  
Symposium on  
Agriculture

Section

# 9 Proceedings

Pomology

47  
Hrvatski

7  
Međunarodni  
Sympozij  
Agronoma

## Zbornik radova

Voćarstvo



# Pomološka svojstva plodova kupine (*Rubus spp.*) sorti Dirksen Thornless i Thornfree u ekološkim uvjetima Požeške kotline

Ivica ŠNAJDER<sup>1</sup>, Boris DURALIJA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Veleučilište u Požegi; Vukovarka 17; 34 000 Požega, Hrvatska  
(e-mail: isnajder@vup.hr)

<sup>2</sup>Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25; 10000 Zagreb, Hrvatska

## Sažetak

Istraživana su pomološka svojstva plodova kupina Dirksen Thornless i Thornfree u ekološkim uvjetima Požeške kotline. Plodovi sorte Dirksen Thornless su krupniji (po svojstvima dužine, širine i mase). Plodovi sorte Thornfree sadrže veću količinu topive suhe tvari. Utvrđeno je da rokovi berbe utječu na pomološka svojstva ploda kupine. U prvim rokovima berbe plodovi su imali veću vrijednost za svojstva dužine, širine i mase ploda u odnosu na drugi i treći rok berbe. Kod svojstva topive suhe tvari signifikantno najveću vrijednost imaju plodovi ubrani u trećem roku berbe.

Ključne riječi: topiva suha tvar, kupina, vrijeme berbe, kvaliteta plodova

## Pomological characteristics of fruits of blackberry (*Rubus spp*) varieties Dirksen Thornless and Thornfree in ecological conditions Pozega Valley

### Abstract

Pomological fruit characteristics of cultivars Dirksen Thornless blackberry and Thornfree were analyzed in ecological conditions Pozega Valley. The fruits of cv. Dirksen Thornless were bigger (by the properties of length, width and weight). The fruits of cv. Thornfree contain a higher amount of total soluble solids. It was found that harvest time has impact on the pomological characteristics of blackberry fruits. In the first harvest time the fruits have a higher value in the properties of length, width and weight. The significantly highest value of total soluble solids has fruits picked in the third harvest time.

Key words: total soluble solid, blackberry, harvest time, fruit quality

### Uvod

Kupina (*Rubus spp.*) je biljka iz porodice *Rosaceae*. Ljudi konzumiraju plod kupine u svježem stanju i u obliku prerađevina kao što su sokovi, vina, džemovi, pekmezi i slično.

U svijetu je potražnja za ovim voćem u velikom porastu, posebno zbog toga što je izuzetno bogato prirodnim antioksidativnim spojevima. Ekstrakti plodova ovog voća su poznati inhibitori slobodnih radikala (Heinonen, i sur., 1998; Wang i Lin, 2000).

Istraživanja su pokazala da genotip ima veliki utjecaj na osobine cijele biljke, a napose na pomološka svojstva ploda.

U ovom istraživanju proučavane su sorte koje su zastupljene u uzgoju u Republici Hrvatskoj. Cilj istraživanja bio je utvrđivanje pomoloških svojstava ploda kupine sorti Dirksen Thornless i Thornfree u ekološkim uvjetima Požeške kotline u različitim rokovima berbe.

### Materijal i metode

Plodovi kupine su brani u dva nasada koji se nalaze u Požeškoj kotlini i to u Požegi i u Grabarju. Razmak sadnje je 2,8 m između redova, a u redu 1,2 m, uz korištenje armature. Oba nasada su međuredno obrađivana. Nasad u Grabaju je navodnjavan, a u Požegi nije. Istraživane su dvije sorte: Dirksen Thornless i Thornfree. Brali su se plodovi koji su u tehnološkoj zrelosti i to u tri roka kako je prikazano u tablici broj 1.

Tablica 1. Rokovi berbe ploda kupine

	Prvi rok berbe	Drugi rok berbe	Treći rok berbe
Dirksen Thornless	17. i 18. 7. 2010.	27.7.2011.	8.8.2010.
Thornfree	27.7.2010.	8.8.2010.	16.08.2010.

U svakom roku berbe, po sortama i nasadima je ubrano po 100 plodova. Svakom plodu je mjerena dužina i širina s pomičnim mjerilom na dvije decimale, a izražene su u milimetrima (mm). Masa ploda je mjerena digitalnom vagom, a izražena je u gramima (g). Ukupna topiva suha tvar (TST) je mjerena ručnim refraktometrom, izražena u %.

Prema meteorološkim podacima u 2010. godini Državni hidrometeorološki zavod (DHMZ) donosi sljedeće procjene za Požeško kotlinu, a koje su izražene kao odstupanje srednje mjesečne temperature zraka (°C) i oborine u određenom mjesecu 2010. od prosječnih vrijednosti (1961-1990). Za ovaj kraj se može reći da je prema temperaturi u usporedbi s prosjekom od 30 godina bio topliji u travnju, nije bitno odstupao od srednjaka u svibnju, dok je bio topliji u lipnju i vrlo topao u srpnju i kolovozu. Gledajući oborine u 2010. godini, travanj nije bitno odstupao od srednjaka, svibanj i lipanj su bili vrlo kišni, dok srpanj i kolovoz nisu odstupali od srednjaka. Može se reći da je za vrijeme berbe bilo toplo do vrlo toplo, a da oborine nisu odstupale od srednjaka u mjesecu srpnju.

Dobiveni podaci iz berbe su statistički obrađeni u programu SPSS, a u tablicama su vrijednosti prikazane kao prosjek.

### Rezultati i rasprava

Iz tablice 2 može se uočiti da postoji signifikantna razlika u dužini, širini, masi ploda, te količini šećera između istraživanih sorti.

U tablici 2 je vidljivo da je sorta Dirksen Thornless imala plodove koji su se značajno razlikovali po svojstvima dužine, širine i mase u odnosu na sortu Thornfree. Plodovi sorte Thornfree imali su signifikantno veću vrijednost topive suhe tvari.

Prema podacima iz Srbije (Miletić i sur., 2006) dužina ploda Thornfree bila je 20,3 mm, širina tj. debljina ploda 18,3 do 18,5 mm, a masa ploda kupine 5,0 g. Prema istom autoru, sorta Thornfree je imala plod s najmanjom dužinom, širinom, debljinom i masom od ispitivanih sorti (Čačanska bestma, Hull Thornless i Black Satin), dok je sadržaj topive suhe tvari od 7,77% kod nje bio najveći.

Sorta Dirksen Thornless (Šnajder i sur., 2010) imala je masu ploda od 4,77 do 5,39 g, te 7,52 do 7,65 % topive suhe tvari. Sorta Thornfree je imala masu od 2,48 do 3,61 g, a 7,86 do 10,97 % ukupne suhe tvari. Prema Kadir Ugurtan Yilmaz (2009) težina ploda za sorte koje se uzgajaju u Turskoj (Arapaho, Bartin, Bursa, Chester, Jumbo, Navaho, Ness) iznosi od 1,2 do 5,4 g, a ukupna topiva suha tvar 16,2 %.

Tablica 2. Pomološka i kemijska svojstva plodova kupina

Sorta	Dužina (mm)	Širina (mm)	Masa (g)	TST (%)
Dirksen Thornless	25,83 a	19,98 a	5,74 a	8,2 b
Thornfree	24,35 b	19,44 b	5,33 b	8,8 a

Ista slova označuju da nema statistički značajnih razlika (LSD  $P \leq 0.05$ )



**Pomological characteristics of fruits of blackberry (*Rubus* spp) varieties Dirksen Thornless and Thornfree in ecological conditions Pozega Valley**

Iz tablice 3 je vidljivo da kod sorte Dirksen Thornless na različitim položajima kod svojstva dužine nije bilo signifikantne razlike, dok je kod širine i mase ploda bilo. Nasad u mjestu Grabarju je navodnjavao, te su plodovi imali veću vrijednost širine i mase. Kod svojstva topive suhe tvari također postoji signifikantna razlika. Veću količinu topive suhe tvari kod sorte Dirksen Thornless imali su plodovi kupine koji nisu navodnjavani tj. u nasadu koji se nalazi u Požegi.

U tablici broj 3 je vidljivo da kod sorte Thornfree na različitim položajima postoji signifikantna razlika za svojstva dužine, širine i mase ploda, te količinu topive suhe tvari. Plodovi ubrani u mjestu Grabarje imali su plodove s većim vrijednostima dužine, širine i mase. Veću količinu topive suhe tvari imali su plodovi kupine iz nasada koji nije navodnjavao tj. iz nasada koji se nalazi u mjestu Požega.

Iz tablice 4 je vidljivo da su zabilježene signifikantne razlike u istraživanim svojstvima ploda kupine između rokova berbe za sorte Dirksen Thornless i Thornfree koji su brani u dva nasada u Grabarju i u Požegi,

Prvi rokovi berbe pokazali su signifikantno veću vrijednost u svojstvima dužine, širine i mase u odnosu na drugi rok berbe. Drugi rok berbe je pokazao signifikantno veće vrijednosti u odnosu na treći rok berbe za sva istraživana svojstva.

Treći rok berbe imao je signifikantno veću vrijednost od drugog roka berbe za svojstvo topive suhe tvari. U istom svojstvu drugi rok berbe imao je značajno više topive suhe tvari u plodovima u odnosu na prvi rok berbe.

**Tablica 3. Utjecaj sorte i nasada na pomološka i kemijska svojstva ploda kupine**

Sorta; lokalitet	Dužina (mm)	Širina (mm)	Masa (g)	TST (%)
Dirksen Thornless; Grabarje	26,01 a	20,43 a	6,14 a	7,9 c
Dirksen Thornless; Požega	25,65 a	19,55 b	5,34 c	8,5 b
Thornfree; Grabarje	24,87 b	19,84 b	5,71 b	8,5 b
Thornfree; Požega	23,84 c	19,05 c	4,96 d	9,0 a

Ista slova označuju da nema statistički značajnih razlika (LSD  $P \leq 0.05$ )

**Tablica 4. Pomološka i kemijska svojstva plodova kupina ovisno o roku berbe**

Berba	Dužina (mm)	Širina (mm)	Masa (g)	TST (%)
1 berba	26,45 a	20,17 a	5,99 a	8,1 c
2 berba	25,16 b	19,80 b	5,71 b	8,4 b
3 berba	23,65 c	19,17 c	4,91 c	9,0 a

Ista slova označuju da nema statistički značajnih razlika (LSD  $P \leq 0.05$ )

**Tablica 5. Pomološka i kemijska svojstva ploda sorte Dirksen Thornless**

Lokalitet; rok berbe	Dužina (mm)	Širina (mm)	Masa (g)	TST (%)
Grabarje; 18.7.2010.	27,41 a	20,77 a	6,47 a	7,7 c
Požega; 17.7.2010.	26,37 b	19,26 c	5,10 c	7,8 c
Grabarje; 27.7.2010.	25,78 bc	20,61 ab	6,42 a	7,8 c
Požega; 27.7.2010.	26,10 b	19,98 bc	5,83 b	8,8 a
Grabarje; 8.8.2010.	24,84 cd	19,89 cd	5,53 bc	8,2 b
Požega; 8.8.2010.	24,46 d	19,40 cd	5,10 c	8,8 a

Ista slova označuju da nema statistički značajnih razlika (LSD  $P \leq 0.05$ )

Iz tablice 5 je vidljivo da su plodovi sorte Dirksen Thornless imali signifikantne razlike za proučavana svojstva ovisno o roku berbe i lokalitetu na kojem su uzgajani. Kod svojstva dužina, širina i masa, za plodove ubrane u prvom roku berbe zabilježene su značajno veće vrijednosti, dok je treći rok berbe imao najmanje vrijednosti. Kod količine topive suhe tvari zadnji rok berbe imao je signifikantno najveću vrijednost topive suhe tvari.

Nasad u Požegi nije navodnjavao te se mogu uočiti razlike u odnosu na Grabarje u svakoj berbi za svojstva dužine, širine i mase ploda.

Tablica 6. Pomološka i kemijska svojstva ploda sorte Thornfree

Lokalitet; rok berbe	Dužina (mm)	Širina (mm)	Masa (g)	TST (%)
Grabarje; 27.7.2010.	27,07 a	21,22 a	6,97 a	7,8 c
Požega; 27.7.2010.	24,97 b	19,43 b	5,42 b	9,1 a
Grabarje; 8.8.2010.	24,41 b	19,23 b	5,42 b	8,4 b
Požega; 8.8.2010.	24,37 b	19,39 b	5,18 bc	8,6 b
Grabarje; 16.8.2010.	23,14 c	19,07 b	4,76 cd	9,4 a
Požega; 16.8.2010.	22,18 c	18,33 c	4,28 d	9,4 a

Ista slova označuju da nema statistički značajnih razlika (LSD  $P \leq 0,05$ )

U tablici 6 vidljivo je da sorta Thornfree u nasadu Grabarju ima signifikantnu veću vrijednost za svojstva plodova dužine, širine i mase u prvom roku berbe. Za svojstvo topiva suha tvar ima signifikantno najmanju vrijednost.

Također se može uočiti iz tablice 6 da je sorta Thornfree u nasadu Požega imala značajno najmanju vrijednost za svojstva dužine, širine i mase ploda u zadnjem roku berbe, jer nasad nije navodnjavan. Za svojstvo topive suhe tvari plodovi iz nasada u Požegi imali su značajno veću vrijednost za sve rokove berbe.

### Zaključak

Temeljem proučavanih pomoloških i kemijskih svojstava ploda utvrđeno je da sorta Dirksen Thornless ima krupnije plodove u odnosu na sortu Thornfree. Sorta Thornfree imala je značajno više topive suhe tvari od sorte Dirksen Thornless.

Uzimajući u obzir različite rokove berbe, veću vrijednost u svojstvima dužine, širine i mase ploda imali su plodovi koji su brani u prvim rokovima berbe. Prema topivoj suhoj tvari, plodovi koji su brani u trećem roku berbe imali su najveću vrijednost.

### Literatura

- Heinonen, I. M., Meyer, A. S., & Frankel, E. N. (1998): Antioxidant activity of berry phenolics on human low density lipoprotein and liposome oxidation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 4107–4112.
- Kadir Ugurtan Yilmaz, Yasar Zengin, Sezai Ercisli, Sedat Serce, Kazim Gunduz, Memnune Sengul, Bayram Murat Asma (2009): Some selected physico-chemical characteristics of wild and cultivated blackberry fruits (*Rubus fruticosus* L.) from Turkey, *Romanian Biotechnological Letters*, 14, 4152-4163
- Miletić R., Žikić M., Mitić N., Nikolić R., (2006): Pomološko tehnološke osobine plodova nekih sorti kupine u agroekološkim uslovima istočne Srbije, *Voćarstvo*, 40, 331–339
- Šnajder I., Ergović M., Obradović V., Bogunović I., Duralija B., (2010): Utjecaj sorte i primjene sredstava za zaštitu bilja na kakvoću ploda kupine (*Rubus spp.*) Proceedings. 46th Croatian and 6th International Symposium on Agriculture. Opatija. Croatia (1056-1058)
- Wang, S. Y., i Lin, H. S. (2000): Antioxidant activity in fruit and leaves of blackberry, raspberry and strawberry varies with cultivar and developmental stage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 140–146.

sa2012\_0901

# Utjecaj mikrobiološkog gnojiva Slavol na sprečavanje opadanja plodova jabuke pred berbu

Milutin MISIMOVIĆ, Dragana VUKOJEVIĆ, Nada ZAVIŠIĆ, Jasmina SIMIĆ, Miloš VIDIĆ

Poljoprivredni institut Republike Srpske, Knjaza Miloša 17, 78000 Banja Luka, Bosna i Hercegovina  
(e-mail: dragana.vukojevic@poljinstrs.org)

## Sažetak

Pojava opadanja plodova kod jabučastog voća se javlja u tri navrata: nakon zametanja, lipanjsko opadanje i opadanje plodova pred berbu. U intenzivnim nasadima jabuke ova pojava se reguliše uporabom hormonalnih preparata koji spriječavaju opadanje plodova. Sve razvijenija svijest o zdravlju hrane nameće potrebu da se iznađe kvalitetno rješenje koje bi umanjilo pojavu opadanja plodova pred berbu i te plodove učinili zdravstveno ispravnim za uporabu. Upravo iz ovog razloga u ispitivanje je uključeno bio-organsko gnojivo Slavol koje je zdravstveno bezbjedno i ekološki prihvatljivo i kao takvo se može primijeniti u integralnom i organskom konceptu voćarske proizvodnje.

Ključne riječi: opadanje plodova, biljni hormoni, zdravstvena ispravnost, Slavol

## Influence of microbiological fertilizer Slavol on premature apple fruit drop

### Abstract

There are several periods when apple fruit drop occurs: after fruit set, the June fruit drop and premature fruit drop before harvest. In the intensive apple orchards, this phenomenon is regulated by the use of plant growth hormonal preparations. Expanding awareness about the food safety imposes the need to find a quality solution that would reduce the incidence of premature fruit drop and ensure safe and suitable food for human consumption. This study included a bio-organic fertilizer Slavol that is environmentally acceptable and used for production of food safe for human consumption and as such can be applied in integrated and organic fruit production systems.

Key words: fruit drop, plant growth hormonal preparations, food safety, Slavol

### Uvod

Pojava opadanja plodova kod jabučastog voća se javlja u tri navrata: nakon zametanja, lipanjsko opadanje i opadanje plodova pred berbu. Gotovo je redovita pojava da je opadanje plodova pred berbu intenzivnije kod pojedinih sorti jabuke, a to može imati značajne ekonomske posljedice, prije svega u umanjenju količine plodova jabuke za konzumnu uporabu. Toplo vrijeme pred berbu, suša, oštećenja lišća usljed napada insekata ili bolesti podstiče opadanje (Byers, 1997). U nasadima gdje se redovito vrši kemijsko prorjeđivanje plodova, opadanje je znatno slabije (Milić, 2010). U intenzivnim nasadima jabuke ova pojava se regulira uporabom hormonalnih preparata koji sprečavaju opadanje plodova. Uporaba ovakvih preparata zbog blizine berbe uvijek je povezana sa brigom o zdravlju potrošača koji konzumiraju ove plodove. Sve razvijenija svijest o

zdravlju hrane nameće potrebu da se iznađe kvalitetno rješenje koje bi sa jedne strane umanjilo pojavu opadanja plodova pred berbu, a sa druge strane te plodove učinili zdravstveno ispravnim za uporabu. Da bi riješili navedeni problem u ovo istraživanje je bilo uključeno mikrobiološko gnojivo Slavol. Slavol je bio-organsko gnojivo koje sadrži bakterije koje su izolirane sa površine korijena, a pripadaju grupi mikroorganizama koji pospješuju rast biljaka tako što organska i teško rastvorljiva jedinjenja prevode u pristupačne oblike i direktno na korjenovom sustavu predaju biljkama. Bakterije na korjenovom sustavu proizvode stimulatore rasta kojima pospješuju rast biljaka i pomažu u ishrani. Slavol ima višenamjensku primjenu u poljoprivrednoj proizvodnji: pospješuje klijanje, nicanje i rast biljaka, povećava aktivnost korjenovog sustava, povećava lisnu masu i aktivnost fotosinteze, utiče na ishranu biljaka dušikom, fosforom, kalijem i mikroelementima, utječe na povećanje prinosa, povoljno utječe na plodnost tla time što povećava sadržaj mikrobiološke mase u tlu, poboljšava vodno-zračni režim tla i eliminiše negativan utjecaj pesticida i mineralnih gnojiva, povećava otpornost biljaka na bolesti i stresne situacije izazvane sušom, primjenom pesticida i niskim temperaturama ([www.slavol.co.rs](http://www.slavol.co.rs)). Cilj ovog ispitivanja je bio da se utvrdi utjecaj mikrobiološkog gnojiva Slavol na sprečavanje opadanja plodova jabuke. Imajući u vidu da je opadanje plodova jabuke pred berbu česta pojava, pristupilo se folijarnom tretmanu voćki sa ciljem umanjnja ove pojave u nasadima voća. Ova gnojiva su zdravstveno bezbjedna i ekološki prihvatljiva i kao takva se mogu primijeniti u integralnom i organskom konceptu voćarske proizvodnje.

### Materijal i metode

Pokus je postavljen 2011. godine u nasadu jabuke starom osam godina, na podlozi M9, uzgojni oblik solaxe, razmaka sadnje 4x1m, gdje se obavlja duga rezidba i ne vrši navodnjavanje. U nasadu je izvršeno kemijsko prorjeđivanje plodova. Ispitivane su sorte jabuke: Ajdared, Jonagold i Gloster. Pokus je postavljen sa deset ponavljanja, gdje svako ponavljanje predstavlja jedno pojedinačno stablo. Radi utvrđivanja efikasnosti tretmana, ostavljeno je po 10 netretiranih stabala kao kontrola. Za spriječavanje opadanja plodova primijenjeni su: OBSTHORMON 24a (NAA 7,5%) koji se primjenjuje u komercijalnoj proizvodnji sa dozom od 50 ml/hl i mikrobiološko gnojivom Slavol sa dozom od 10 l/ha. Prije tretiranja su ispod stabala uklonjeni svi do tada opali plodovi (slika 1).



Slika 1. Pokusni nasad jabuke prije tretmana

Preparati su primjenjivani u dva termina: 28 dana prije planiranog vremena berbe i 14 dana prije planiranog vremena berbe. Tretiranje se obavilo ručno, pomoću motorne leđne prskalice "VILLAGER DM-25" zapremine rezervoara 20 l, u priepodnevnim satima. Zbog nepovoljnih vremenskih prilika (suše i visokih temperatura) berba je izvršena nekoliko dana ranije u odnosu na vrijeme planirano prilikom postavke

pokusa. Neposredno pred berbu izbrojani su opali plodovi koji su bili na zemlji, a nakon brojanja opalih plodova je sa svakog stabla ubran prosječan uzorak od po 10 plodova za analizu i to sa vrha, sredine i dna krošnje. Potom je izvršena kompletna berba i brojanje plodova sa svih ispitivanih stabala. Po završenoj berbi, izmjerena je čvrstina ploda (ručnim penetrometrom) i utvrđen sadržaj šećera u plodu pomoću ručnog refraktometra. Podaci su statistički obrađeni metodom analize varijanse (One-way ANOVA) pomoću Microsoft Excel programa, a za procjenu značajnosti razlika post hoc LSD test za 0,05 i 0,01 nivo značajnosti.

### Rezultati i rasprava

U tabelama 1, 2 i 3 dat je ukupan broj plodova, kao pokazatelj opterećenosti stabla rodom, broj ubranih plodova, broj opalih plodova i njihov procentualni udio kod svih ispitivanih sorti. Rezultati pokazuju da je kod sorte Ajdared udio opalih plodova bio najmanji u tretmanima sa Obsthormon-om, zatim u tretmanima sa Slavolom, dok je u kontroli udio opalih plodova najveći (tabela 1.). Isti slučaj je i sa sortom Jonagold, gdje je procentualni udio opalih plodova kod kontrolnih stabala bio znatno veći u odnosu na tretirana stabla (tabela 2.). Kod sorte Gloster najmanji udio opalih plodova je kod tretmana sa Slavolom, a najveći kod kontrolnih stabala (tabela 3.). Primjena Obsthormon-a (NAA) ili drugih sintetičkih auksina odgađa abscisiju plodova jabuke iako se povećava proizvodnja etilena (Smock et Gross, 1947; Yuan et Carbaugh 2007). Auksini (NAA) smanjuju osjetljivost apscisne zone na etilen, te na taj način umanjuju opadanje plodova (Bangerth, 2000; Dal Cin *et al.*, 2008; Jianguo et Rongcai, 2008). Rezultati nekih oglada sprovedenih u 2010. godini pokazuju da je Slavol utjecao na održivost plodova šljive na tretiranim stablima 25 do 35 dana dok je na kontrolnim, netretiranim stablima opadanje plodova uslijedilo nakon 15 do 20 dana (Agrounik d.o.o., 2010). Isto tako, ispitivanja su pokazala da je procentualni udio opalih plodova jabuke sorte Ajdared primjenom Slavola za 7,1 % bio manji u odnosu na stabla netretirana Slavolom. U tabeli 4. dat je sadržaj šećera kod svih ispitivanih sorti jabuke. Sorta Ajdared je imala značajno viši sadržaj šećera u varijanti tretiranoj Slavolom u odnosu na kontrolnu varijantu, dok nije bilo značajnosti u odnosu na varijantu tretiranu Obsthormon-om. Također, nema značajne razlike u sadržaju šećera kod varijante tretirane Obsthormon-om u odnosu na kontrolnu varijantu. Sorta Gloster je imala značajno viši sadržaj šećera prilikom primjene Obsthormon-a u odnosu na varijantu tretiranu Slavolom i visoko značajan sadržaj šećera u odnosu na netretiranu kontrolnu varijantu. Podaci iz ovog oglada ukazuju da su plodovi jabuka sorte Gloster tretirani Obsthormon-om imali veći sadržaj šećera u odnosu na kontrolnu varijantu u momentu mjerenja. Sorta Jonagold je imala značajno viši sadržaj šećera u kontrolnoj varijanti u odnosu na varijantu tretiranu Slavolom, dok nema značajnosti u odnosu na varijantu tretiranu Obsthormon-om kao ni između dvije tretirane varijante. U tabeli 5. su dati podaci o čvrstini mesa ploda ispitivanih sorti jabuke. Sorta Ajdared je imala značajno manju čvrstinu ploda u varijanti tretiranoj Slavolom u odnosu na kontrolnu varijantu i varijantu tretiranu Obsthormon-om. Sorta Gloster je imala značajno veću čvrstinu ploda u varijanti tretiranoj Slavolom u odnosu na kontrolnu varijantu, dok nisu primjećene razlike u čvrstini mesa ploda između ostalih varijanti. Sorta Jonagold je imala značajno višu čvrstinu ploda u varijanti tretiranoj Obsthormon-om u odnosu na kontrolnu varijantu dok nije bilo značajnosti u odnosu na varijantu tretiranu Slavolom. Rezultati ovog pokusa su pokazali da je primjena mikrobiološkog gnojiva Slavol različito djelovala na sadržaj šećera i čvrstinu mesa ploda. Zbog toga je nužno u narednom periodu nastaviti ispitivanja utjecaja Slavola na najvažnija pomološko-tehnološka svojstva ploda.

Tablica 1. Ukupan broj i procentualni udio opalih plodova jabuke sa deset stabala sorte Ajdared

Ajdared	Broj ubranih plodova	Ukupan broj plodova	Ukupan broj opalih plodova	Procentat opalih plodova
Slavol	969	1.019	37	3,6
Obsthormon	1.102	1.125	23	2,0
Kontrola	772	812	40	4,9

Tablica 2. Ukupan broj i procentualni udio opalih plodova jabuke sa deset stabala sorte Jonagold

Jonagold	Broj ubranih plodova	Ukupan broj plodova	Ukupan broj opalih plodova	Procentat opalih plodova
Slavol	898	930	32	3,4
Obsthormon	974	1.001	27	2,7
Kontrola	1.226	1.328	102	7,7

Tablica 3. Ukupan broj i procentualni udio opalih plodova jabuke sa deset stabala sorte Gloster

Gloster	Broj ubranih plodova	Ukupan broj plodova	Ukupan broj opalih plodova	Procent opalih plodova
Slavol	957	959	2	0,2
Obsthormon	654	656	2	0,3
Kontrola	763	767	4	0,5

Tablica 4. Sadržaj šećera u plodu kod ispitivanih sorti (%Brix)

Sorta	Slavol	Obsthormon	Kontrola	LSD
Ajdared	12,4	11,9	11,7	0,05=0,57 0,01=0,78
Gloster	11,8	13,0	11,6	0,05=0,98 0,01=1,33
Jonagold	13,1	13,4	13,6	0,05=0,49 0,01=0,67

Tablica 5. Čvrstina mesa ploda kod ispitivanih sorti (kg/cm<sup>2</sup>)

Sorta	Slavol	Obsthormon	Kontrola	LSD
Ajdared	6,9	7,3	7,5	0,05=0,27 0,01=0,36
Gloster	9,2	8,9	8,6	0,05=0,57 0,01=0,78
Jonagold	8,0	8,2	7,8	0,05=0,33 0,01=0,44

## Zaključak

U voćarskoj praksi stepen opadanja plodova pred berbu se može smanjiti primjenom hormonalnih preparata koji usporavaju proces stvaranja apscisne zone. Obzirom da se tretiranje plodova obavlja neposredno pred berbu, postavlja se pitanje zdravstvene ispravnosti ovako tretiranih plodova. Današnji trendovi ukazuju na povećanu sklonost potrošača zdravijem načinu prehrane, tako da se javila realna potreba ispitivanja ovog bio-organskog gnojiva u svrhu dobijanja visokokvalitetne i zdravstveno ispravne hrane. Primjenom ovog gnojiva, bili bi u prilici da smanjimo pojavu opadanja plodova, a samim tim i moguće finansijske gubitke. Ispitivanjem efikasnosti bio-organskog gnojiva Slavol došli smo do zaključka da je on imao efikasnost u smanjenju pojave opadanja plodova jabuke pred berbu kod svih ispitivanih sorti, ali nije imao isti utjecaj na sadržaj šećera i čvrstinu mesa ploda. Zbog toga je neophodno nastaviti sa ovim istraživanjem i u narednom periodu, kako bi proširili primjenu ovog gnojiva u proizvodnji jabučastog voća.

## Literatura

- Agrounik d.o.o. (2010). Slavol – mikrobiološko đubrivo po recepturi prof. dr Snežane Đorđević. Rezultati oglada 2010.
- Bangerth F. (2000). Abscission and thinning of young fruit and their regulation by plant hormones and bioregulators. *Plant Growth Regular.*, 31: 43-59.
- Byers R.E. (1997). Effects of aminoethoxyvinylglycine (AVG) on preharvest fruit drop and maturity of „Delicious“. *Journal of Tree Fruit Production*, 2(1): 53-75.
- Dal Cin, V., Danesin, M., Botton, A., Boschetti, A., Dorigoni, A., Ramina, A. (2008). Ethylene and preharvest drop: the effect of AVG and NAA on fruit abscission in apple (*Malus domestica* L. Borkh). *PLANT GROWTH REGULATION* Vol. 56, No. 3, 317-325, DOI: 10.1007/s10725-008-9312-5.
- Jianguo, L., Rongcai Y. (2008). NAA and Ethylene Regulate Expression of Genes Related to Ethylene Biosynthesis, Perception, and Cell Wall Degradation During Fruit Abscission and Ripening in ‘Delicious’ Apples. *Journal of Plant Growth Regulation* Vol. 27, No. 3, 283-295, DOI: 10.1007/s00344-008-9055-6.
- Milić B. (2010). Kontrola opadanja plodova upotrebom preparata na bazi NAA. *Voćarstvo Vinogradarstvo, Naučno-stručni časopis Društva voćara Vojvodine*, 16, 10-11.

## Utjecaj mikrobiološkog gnojiva Slavol na sprečavanje opadanja plodova jabuke pred berbu

Smock R.M., Gross C.R. (1947). The effect of some hormone materials on the respiration and softening rates of apples. Proc Am Soc Hortic Sci 49:67–77. [www.slavol.co.rs](http://www.slavol.co.rs)

Yuan R., Carbaugh D.H., (2007). Effects of NAA, AVG, and 1-MCP on ethylene biosynthesis, preharvest fruit drop, fruit maturity, and quality of 'Golden Supreme' and 'Golden Delicious' apples. HortScience 42:101–105.

**saz2012\_0902**

# The influence of early cropping on productivity and fruit quality of apple cv. 'Golden Delicious Reinders'

Dragan RADIVOJEVIĆ<sup>1</sup>, Jasminka MILIVOJEVIĆ<sup>1</sup>, Zoran DJOGIĆ<sup>2</sup>, Dejan ĐUROVIĆ<sup>1</sup>,  
Boban DJORDJEVIĆ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, Belgrade 11080, Serbia  
(e-mail: dragan1970@agrif.bg.ac.rs)

<sup>2</sup>Delta Agrar AD Podunavlje, Čelarevo, Proleterska bb. 21413, Serbia

## Abstract

Investigation of the influence of early cropping on productivity and fruit quality of apple cv. 'Golden Delicious Reinders' / M9 (T337) was conducted in the second end third growing year of high density apple orchard. In the second growing year, after June fruit drop (when fruit diameter was 20-25 mm), fruit set was adjusted by hand in order to establish five levels of crop load: 10, 20, 30, 40 and 50 fruit tree<sup>-1</sup>. The third growing year was considered as a "control year". The obtain results was shown that a good balance between growth and cropping in second leaf is very important when feathered nursery trees have been used to establish a new apple orchard. Trees of 'Golden Delicious Reinders' can be loaded up to 40 fruit without a negative influence on fruit size, fruit quality and yielding in the following year. Higher crop load per tree may have a negative influence on mentioned parameters.

Key words: Fruit quality, crop load apple, early cropping, 'Golden Delicious Reinders'

## Introduction

Over the years, the length of time for full orchard productivity has become shorter and shorter (Treder et al., 2010). When feathered nursery trees have been used for establishment of apple orchard, trees in second leaf in more cases bloom abundantly and set too many fruits to optimize yield per tree, fruit size and return bloom. The mean weight of an apple, as well as its size, signifies a negative correlation with the number of apples in a tree (Palmer, 1992; Treder et al., 2010; Yuri et al., 2011). The competition among fruits reduces their size if there is excessive fruit set (Dennis, 2000; Dussi et al., 2006), but the apple growers are under increasing pressure to increase fruit size to satisfy consumer demands (Raines, 2000). Consequently, crop load regulation immediately after planting is important and its influence on growth and productivity during the years of apple orchard establishment (Link, 2000; Unuk et al., 2008). Therefore, it is particularly important to find out how many fruits per tree in young high-density planting apple orchard should be retained to obtain optimum fruit quality, vegetative growth and adequate yield.

This study was designed to examine five different crop load levels in the second leaf on apple cultivars 'Golden Delicious Reinders' on M.9 rootstock in high planting density orchard. The main objective of this study was to determine how the different crop load levels affect tree cropping and fruit quality with emphasis on fruit size. The results could be used to determine an optimum crop load for examined cultivar.

## Material and methods

The study was carried out at commercial orchard established within "Delta Group" company located in Čelarevo (Serbia). The area has a temperate continental climate with an average annual rainfall of 615 mm. The orchard soil is calcareous chernozem. The orchard was established in 2008. The experiment was conducted during the period of 2009-2010, in the second end third growing year of apple cultivar 'Golden



Delicious Reinders' on M.9 rootstock (T337). Planting distance was 3.2 m between the rows and 0.8 m in the row (3906 trees/ha). High quality one-year-old nursery trees with 7 and more lateral branches were used for establishing orchard. Trees were trained as slender spindle.

In the second leaf, twenty trees which were uniform in the trunk cross sectional area (TCSA) and canopy volume were selected. The trees were assigned to five levels of fruit crop load, in a complete random design with four replicates per treatment. In the second growing year, after June fruit drop (when fruit diameter was 20-25 mm), fruit set was adjusted by hand in order to establish five levels of crop load: 10, 20, 30, 40 and 50 fruit tree<sup>-1</sup>. In the third growing year the trees of all treatments from previous year had been chemical thinned with AMID-THIN® W concentration was 80g/100 l of water, with 800 L solution per ha) and after that hand thinning was no performed. In the third growing year the influence of crop load from previous year on yield and fruit characteristics was studied. The third growing year was considered as a "control year".

Fruits were harvested during September in both years. Fruit was graded for size into five groups for each replicate over two years. The yield of each group was measured. The fruit weight was calculated as ratio of total yield and number of fruit per tree.

Samples of 5 randomly selected fruit from each replicate were examined for various traits as follows: index of fruit shape, fruit firmness, soluble solids content and total acidity content. Fruit flesh firmness was measured with a penetrometer type a tip with a diameter of 11 mm. Juice obtained from the apples during the firmness measurements was collected and soluble solids concentration assessed with an Atago PR-1 digital refractometer. Total acidity was measured by neutralization to pH 7.0 with 0.1 N NaOH and expressed as percent of malic acid equivalent. The return bloom was estimated the following year by counting of generative bud number per tree.

A statistical analysis was performed using software Statistica 6.0 for Windows. Data were calculated by ANOVA. Mean separation was done by Tukey HSD test at 5% level of significance.

### Results and discussion

Tree crop load had directly influence on obtained fruit weight. Trees with 50 fruit showed statistically lower values of fruit weight in comparison to all other treatments with lower levels of crop loads (Table 1.).

The competition among fruits reduces their size if there is an excessive fruit set (Dussi et al., 2006; Stopar et al., 2002), but it is acceptable until to certain level. However, trees with 40 fruit had fruit weight similar to those obtained in other treatments, whereas the largest fruits were found on the trees with 20 fruit. Bussakorn et al.(2001) were shown that reducing crop load from the commercial level by one third improved fruit size under deficit irrigation, but not under commercial irrigation (Wünsche and Lakso (2000) were found that flower thinning of Braeburn trees at different severities resulted in 50% heavier fruit in the low-cropping trees compared to the high cropping trees.

Table 1. The influence of crop load in the second leaf on fruit quality parameters

Treatments	Fruit weight (g)	Index of fruit shape	Firmness (kg cm <sup>-2</sup> )	Iodine starch index	Soluble solids (%)	Total acidity (%)
10 fruits per tree	218a	0,94	8,2a	3,0	15,5a	0,25a
20 fruits per tree	228a	0,91	7,8ab	2,7	14,6a	0,24ab
30 fruits per tree	219a	0,91	7,9ab	2,9	15,4ab	0,23ab
40 fruits per tree	216a	0,93	7,4b	2,8	14,7ab	0,23ab
50 fruits per tree	176b	0,92	7,7ab	2,5	14,2b	0,18b
F	*	ns	*	ns	*	*

P < 0.05 according to Tukey's test

Index of fruit shape was not differed significantly under various crop loads, whereas fruit firmness was the highest on the trees with lowest crop load (treatment with 10 fruit per tree) and the lowest on the trees with 30 fruit per tree. The differences obtained were statistically significant. However, crop load did not express significantly influence on starch content in the fruit, but significant difference among the treatments was observed in soluble solids content and total acidity. It was found out the highest cropping trees produced the fruit with lowest content of soluble solids and total acids. As opposed to our results, Cmelik et al. (2006)

indicated that crop loads did not influence any of the fruit quality characteristics such as TA, SSC, FF and SPI.

Yield was highly affected by different levels of crop load. By increasing the crop load yield enhancement per tree was also detected, but it can only be noticed till the level of 40 fruit. The current study also confirms the statement that heavy cropping inhibits the young tree growth, especially if they bear fruit in the second growing year; after that the relationship between growth and crop load is weaker (Unuk et al., 2008). Further increasing the crop load until 50 fruit per tree did not influence yield enhancement, but also it was almost the same as those obtained on trees with 40 fruit. Fruit growth, as indicated by maximum diameter, was significantly and negatively related to crop load from about 60 days until fruit harvest when individual fruit mass increased by about 35% with each decrease in cropping density (Palmer et al., 1997).

Trees with fruit number of 40 and lower did not have fruit with smaller diameter of 70 mm (Fig. 1). In these treatments the fruits with diameters of 75-80 mm and 80-85 mm had a dominant share. The highest share of fruits with diameters of 70-75 mm and 75-80 mm was recorded on trees loaded with 50 fruit.

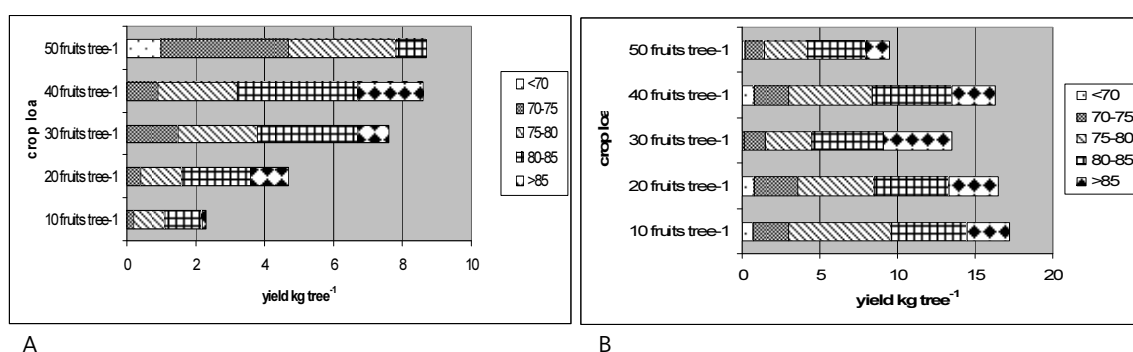


Figure 1. Effect of crop load in second leaf on fruit size distribution in second leaf (A) and third leaf (B). Size classes represent fruit diameters of: < 70, 70-75, 75-80, 80-85 and >85 mm.

A proper flower and fruitlet manipulation in the second growing year after planting is necessary to establish a continually increasing yield dynamics and good tree growth development for further seasons (Unuk et al., 2008). In the present study, the high crop load did not have a significant influence on forming of fruiting buds. The highest number of fruiting buds was recorded on the trees loaded with 10 and 40 fruits. Conversely, Cmelik et al. (2006) were concluded that excessive crop load can reduce return bloom.

The effect of different crop load in 2<sup>nd</sup> leaf was investigated during the following year on the same trees. Regarding fruit quality parameters, significant difference among the treatments was only observed for fruit weight (Table 3).

Trees loaded with 30 fruit had the largest fruit size, whereas those with 20 fruit had the smallest one. This study also demonstrated that crop load, across a commercial range of fruit numbers per tree, and the time at which that crop load was set, had only minimal effect on apple fruit firmness at harvest, or on fruit softening patterns in storage. Contrary to many reports, apple fruit size had little influence on fruit firmness at harvest or on softening behavior in storage, when fruit were harvested at the same maturity (Saei et al., 2011).

Table 2. The influence of crop load in the second leaf on cropping parameters in the second and third leaf

Treatments	2009			2010		
	Yield (kg tree <sup>-1</sup> )	Yield (t ha <sup>-1</sup> )	Generative bud (No tree <sup>-1</sup> )	Fruits (No tree <sup>-1</sup> )	Yield (kg tree <sup>-1</sup> )	Yield (t ha <sup>-1</sup> )
10 fruits per tree	2,2d	8,6d	73,5	88,5a	17,1a	66.7
20 fruits per tree	4,7c	18,3c	70,8	86,5a	16,4a	64.0
30 fruits per tree	6,4b	25,0b	66,0	63,5ab	13,5ab	52.6
40 fruits per tree	8,7a	34,0a	73,3	84,8a	16,4a	64.0
50 fruits per tree	8,8a	34,3a	53,3	47,8b	9,5b	37.0
F	*	*	ns	*	*	

P < 0.05 according to Tukey's test

Table 3. The influence of crop load in the second leaf on fruit quality parameters in the third leaf

Treatments	Fruit weight (g)	Index of fruit shape	Firmness (kg cm <sup>-2</sup> )	Iodine starch index	Soluble solids (%)	Total acidity (%)
10 fruits per tree	195ab	0,87	8,1	4,5	12,4	0,26
20 fruits per tree	190b	0,91	8,3	4,6	11,8	0,31
30 fruits per tree	213a	0,91	7,8	4,6	13,1	0,25
40 fruits per tree	195ab	0,90	8,1	4,4	12,3	0,30
50 fruits per tree	198ab	0,90	7,6	4,4	12,2	0,32
F	*	ns	ns	ns	ns	ns

P < 0.05 according to Tukey's test

Trees with high crop load in previous year had the lowest yield and fruit number per tree. It was not found difference among the other treatments studied.

Only trees loaded with 30 fruits did not have the fruits smaller than 70 mm in diameter, but these trees had larger fruits than 85 mm in diameter. Trees loaded with 40 fruits in previous year showed similar yield and fruit quality as those with 10 or 20 fruit per tree.

### Conclusion

Creating a good balance between growth and cropping is very important when feathered nursery trees have been used to establish a new high density apple orchard. Some fruit retention on young trees was better than maintaining low or non-bearing trees in the second growing year (Unuk et al., 2008).

Trees of 'Golden Delicious Reinders' can be loaded up to 40 fruit without a negative influence on fruit size, fruit quality and yielding in the following year. Higher crop load per tree may have a negative influence on mentioned parameters.

### References

- Bussakorn, S., Mpelasoka, M., Behboudian, H. and Ganesh S. 2001. Fruit quality attributes and their interrelationships of 'Braeburn' apple in response to deficit irrigation and to crop load. *Gartenbauwissenschaft*, 66 (5), 247–253
- Cmelik, Z., Tojnko, S. and Unuk, T. 2006. Fruit quality of 'Fuji' apple as affected by crop load and rates of nitrogen. *Acta Hort.* 721:147-152.
- Dennis, F.G. 2000. The history of fruit thinning. *Plant Growth Regulation*. 31:1–16.
- Dussi, M.C., Giardina, G., Reeb, P., De Bernardin, F. and Apendino, E. 2006. Fruit thinning effects in the apple cv. 'Royal Gala'. *Acta Hort.* 727:401-408
- Link, H. 2000. Significance of flower and fruit thinning on fruit quality. *Plant Growth Regulation*. 31:17–26.
- Palmer, J. W. 1992. Effects of varying crop load on photosynthesis, dry matter production and partitioning of Crispin/M.27 apple trees. *Tree Physiology*. 11:19-33.
- Palmer, J.W., Giuliani, R. and Adams, H.M. 1997. Effect of crop load on fruiting and leaf photosynthesis of 'Braeburn'/M.26 apple trees. *Tree Physiology*. 17: 741-746.
- Raines, D. 2000. Crop load study on 'Nittany' apple on two size controlling rootstocks. Morgantown, West Virginia. Master thesis.
- Saei, A., Tustin, D.S., Zamani, Z., Talaie, A. and Hall, A.J. 2011. Cropping effects on the loss of apple fruit firmness during storage: The relationship between texture retention and fruit dry matter concentration. *Scientia Horticulturae*. 130:256–265
- Stopar, M., Bolcina, U., Vanzo, A. and Vrhovsek, U. 2002. Lower crop load for cv. Jonagold apples (*Malus domestica* Borkh.) increases polyphenol content and fruit quality. *J. Agric. Food Chem.*, 50, 1643-1646.
- Treder, W., Mika, A., Krzewińska, D. 2010. Relations between tree age, fruit load and mean fruit weight. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* Vol. 18(2):139-149
- Unuk, T., Cmelik, Z., Stopar, M., Zadavec, P. and Tojnko, S. 2008. Impact of Early Cropping on Vegetative Development and Productivity of 'Golden Delicious' Apple Trees (*Malus domestica* Borkh). *Europ.J.Hort.Sci.*, 73 (5). S. 205–209.

Wünsche, N.J. and Lakso, N.A. 2000. Apple tree physiology–implications for orchard and tree management. *The Compact Fruit Tree*. Volume 33, No 3:82-88.

Yuri, J.A., González Talice, J., Verdugo, J. and del Pozo, A. 2011. Responses of fruit growth, quality, and productivity to crop load in apple cv. Ultra Red Gala/MM111. *Scientia Horticulturae*. 127:305–312.

### **Acknowledgements**

This study was supported by the Serbian Ministry of Education and Science (Projects 46008 and 031063).

**sa2012\_0903**

# Maximum quantum yield of photosystem II and chlorophyll content in leaves of sour cherry cultivars challenged by drought

Marija VILJEVAC<sup>1</sup>, Hrvoje LEPEDUŠ<sup>1</sup>, Krunoslav DUGALIĆ<sup>1</sup>, Ines MIHALJEVIĆ<sup>1</sup>, Boris PUŠKAR<sup>2</sup>, Domagoj ŠIMIĆ<sup>1</sup>, Rezica SUDAR<sup>1</sup>, Zorica JURKOVIĆ<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Agricultural Institute Osijek, Južno predgrađe 17, 31000 Osijek, Croatia  
(e-mail: marija.viljevac@poljininos.hr)

<sup>2</sup>Herbos d.d., Nikole Tesle 17, 44 000 Sisak, Croatia

<sup>3</sup>Hrvatska agencija za hranu, Ivana Gundulića 36b, 31 000 Osijek, Croatia

## Abstract

Photosynthesis is the basic process influencing crop productivity. It can be inhibited by drought. Seven sour cherry genotypes were challenged by drought to assess their photosynthetic efficiency in such conditions. All together with relative water content (RWC) as indicator of plant water status, maximum quantum yield of photosystem II ( $F_v/F_m$ ) and chlorophyll content (Chl  $a+b$ ) differentiated investigated cultivars in their susceptibility to drought stress. Results suggest that type OS of sour cherry cv. Oblačinska is the most tolerant of all investigated genotypes. Also, chlorophyll  $a$  fluorescence monitoring appeared to be a tool of choice to diagnose drought stress tolerance of sour cherry genotypes.

Key words: chlorophyll, drought, maximum quantum yield of PS II, photosynthesis, sour cherry

## Maksimalni kvantni prinos fotosustava II i sadržaj klorofila u listovima kultivara višnje izloženih suši

### Sažetak

Fotosinteza značajno utječe na proizvodnju voća, ali može biti inhibirana sušom. Sedam genotipova višnje je podvrgnuto suši kako bi procijenili njihovu fotosintetsku učinkovitost u takvim uvjetima. Zajedno s relativnim sadržajem vode (RWC) u listu kao indikatorom vodnog statusa biljke, maksimalni kvantni prinos fotosustava II ( $F_v/F_m$ ) i sadržaj klorofila (Chl  $a+b$ ) razlikovali su istraživane genotipove višnje s obzirom na njihovu osjetljivost na stres uzrokovan sušom. Rezultati su pokazali da je tip OS (sorta Oblačinska) najtolerantniji na sušne uvjete među ispitivanim genotipovima. Također mjerenjenje fluorescencije klorofila  $a$  pokazalo se kao moguće oruđe u dijagnosticiranju stresa uzrokovanog sušom kod višnje.

Ključne riječi: fotosinteza, klorofil, maksimalni kvantni prinos fotosustava II, suša, višnja

### Introduction

Drought is the main abiotic factor that limits the global productivity of food so it has become a major target of plant research (Mishra et al., 2011). Photosynthesis is the basic process influencing crop productivity. It can be inhibited by drought. In such conditions, photosynthesis reduction is associated with malfunction of biochemical reactions in photosystems, especially photosystem II. Chlorophyll  $a$  and  $b$  are the most important pigments of photosystem II involved in the photosynthetic process. Chlorophylls in chloroplast

antennas absorb solar radiation and transfer resulting excitation energy to the pigments in reaction centre which release electrons in further reactions. Depending on the status of photosynthetic apparatus, a certain amount of light energy absorbed by chlorophyll molecules can undergo in other processes except photochemistry, such as dissipation as a heat or as chlorophyll fluorescence. Although the measurement of chlorophyll *a* fluorescence *in situ* is quite easy, it was shown to be a useful tool to evaluate the tolerance of the photosynthetic apparatus to environmental stresses. Maximum quantum yield of PSII ( $F_v/F_m$ ) measured in dark-adapted leaves is sensitive indicator of photosynthetic performance, with optimal values of around 0.83 measured from most of plant species (Maxwell and Johnson, 2000). From a physiological perspective, variations in leaf chlorophyll content and maximum quantum yield of PSII between and within species is therefore a parameter to distinguish drought tolerant genotypes (Oukarroum et al., 2007). Also, relative water content (RWC) of leaves has been reported as an important indicator of water stress in leaves (Clavel et al., 2006) since it is immediately decreased in stress challenged plants. Sinclair and Ludlow (1985) proposed that leaf relative water content was a better indicator of water status than water potential. The aim of our study was to investigate changes in maximum quantum yield of PSII ( $F_v/F_m$ ) and chlorophyll content challenged by drought in seven genotypes of sour cherry in order to define tolerance of investigated genotypes to drought and to assess fluorescence monitoring as a tool to diagnose drought stress on sour cherry.

### Material and methods

Two years old *in vitro* propagated plants of seven sour cherry genotypes (four cultivars – Kelleris - KEL, Maraska - MA, Cigančica - CG, Oblačinska; cultivar Oblačinska represented in four types/clones - OS, 18, D6 and BOR) were challenged to drought in greenhouse of Poljoprivredni institut Osijek during June, 2011. Ten plants of each of seven genotypes were placed on two benches. Plants allocated on one bench represented control plants with irrigation every two day. Plants on another bench were challenged to drought without irrigation during the experiment. All measurements were carried out at 8<sup>th</sup> day of experiment (day8) on both, control and drought stressed plants. The chlorophyll *a* fluorescence transient was measured by a Plant Efficiency Analyser (PEA, Hansatech, UK) on eight attached leaves of each cultivar at ambient temperature between 8:30-9:30 a.m. According Strasser et al. (2004), the data obtained were used to calculate maximum quantum yield of photosystem II ( $F_v/F_m$ ). Relative water content (RWC) was determined on four leaves of each cultivar and calculated as (fresh weight - dry weight)/ (turgid weight - dry weight) × 100. For chlorophyll content determination, leaf samples were homogenized in liquid nitrogen, and the resulting fine powder was extracted with absolute acetone. The concentrations of chlorophylls were measured spectrophotometrically and calculated according to Lichtenthaler (1987). Results were statistically analyzed by one-way analysis of variance and the mean values were compared using *post hoc* Duncan test -  $p \leq 0.05$  (Statistica 7.1., StatSoft, Inc. 2005, USA).

### Results and discussion

Investigated genotypes revealed different levels of tolerance to drought stress. In the present study RWC was determined to give indication on the plant water status under drought condition. In all investigated genotypes RWC was significantly decreased eighth day of experiment as compared to control (Figure 1a). Genotype OS had higher RWC as compared to other genotypes in drought stress conditions. In OS RWC decreased 17.28 % at the eight day of experiment as compared to control while other genotypes revealed decrease of RWC from 42.99 to 66.4 %. Similar observations on RWC reduction caused by drought stress have been reported in wheat (Khakwani et al., 2011). This deviation in RWC may be attributed to differences in the ability of the genotype to absorb more water from the soil and/or the ability to control water loss through the stomata's.

Since photosystem II plays a key role in the response of leaf photosynthesis to environmental stresses, changes in photosynthesis under water stress conditions were expected. Decreased  $F_v/F_m$  values in plants under stress indicate damage in the PSII (Kadir et al., 2007). In our study, impact of drought stress significantly reduced maximum quantum yield of PS II ( $F_v/F_m$ ) at eighth day of experiment in investigated genotypes except in genotype OS (Figure 1b). Also, higher decrease was revealed in KEL (0.38) than in other genotypes (0.61-0.80 in CG and OS, respectively). Genotype OS showed only slight decrease in  $F_v/F_m$  as compared to control (0.821 and 0.805 in control and drought stress leaves, respectively) and decreased RWC

**Maximum quantum yield of photosystem II and chlorophyll content in leaves of sour cherry cultivars challenged by drought**

only 17.28 % in contrast to control, but other genotypes showed significant decrease, both in  $F_v/F_m$  and RWC. These results are in accordance with Woo et al. (2008) and suggest that  $F_v/F_m$  can be a useful indicator of terminal water loss, or loss of viability, at which point plants are unable to recover even if the soil is rehydrated.

An eighth day of experiment, chlorophyll content (Chl  $a+b$ ) in all investigated genotypes was significantly decreased in drought stress plants as compared to control (Figure 1c).

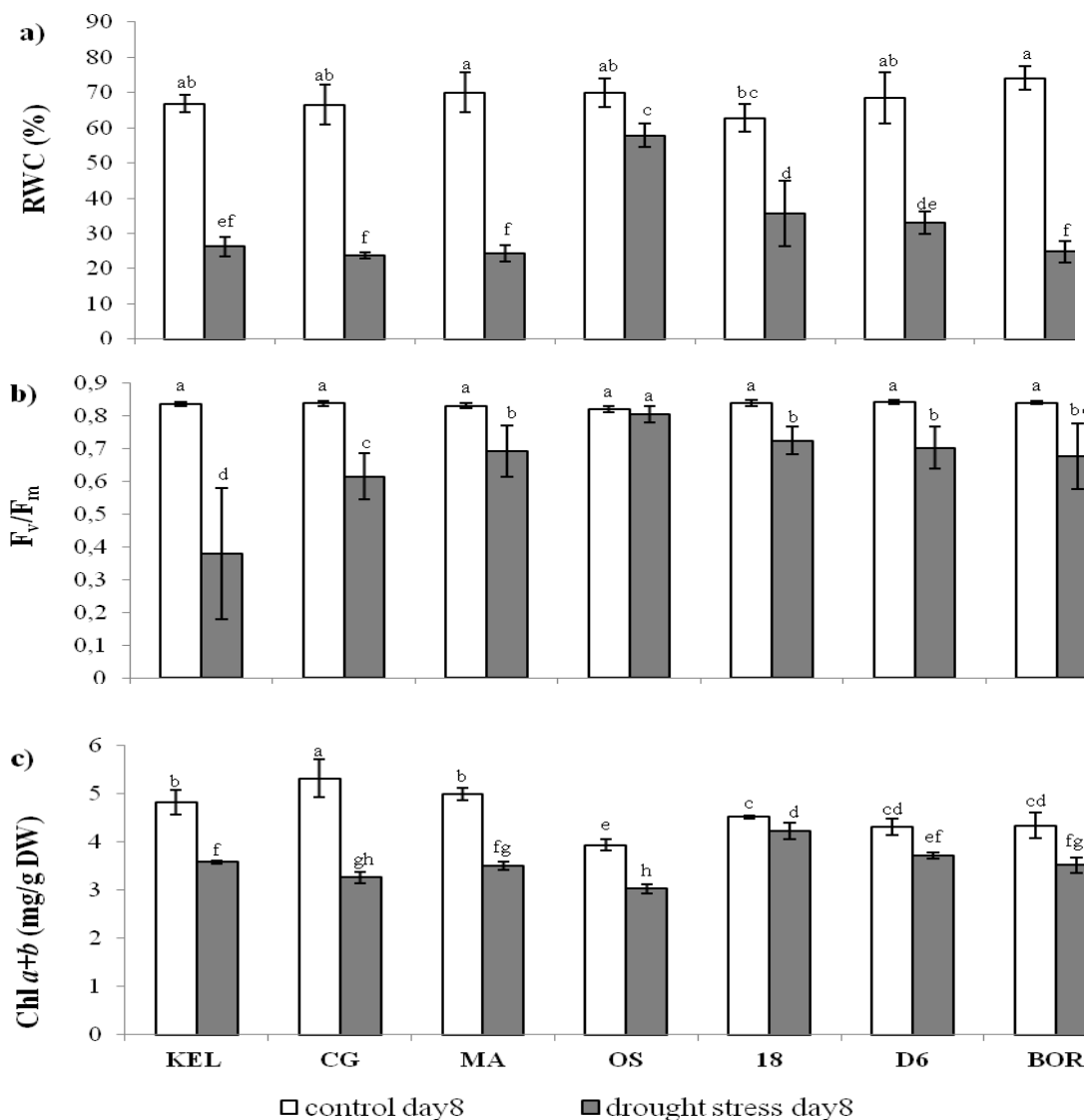


Figure 1. The mean values of relative water content (a), maximum quantum yield of PS II (b) and chlorophyll content (c) in seven sour cherry genotypes; bar indicates standard deviation;  $p < 0.05$ ; significant differences between genotypes according to Duncan test are designated by a lower-case letter placed on the top of each bar.

Genotype OS had lowest total chlorophyll content both in control and drought stressed plants (3.93 and 3.03 mg/g DW in drought stress and control, respectively), while CG had the highest chlorophyll content in control (5.31 mg/g DW) but revealed the largest reduce of chlorophyll content in drought stress leaves as compared to control (38.63 %). Increase in drought severity caused the reduction of chlorophyll content and it should be partially responsible for photoinhibition, since in water-limited conditions chlorophyll production rate-decrease which in turn, makes leaves become more susceptible to photoinhibition (Lauer and Boyer, 1992).

## Conclusions

In conclusion, results of this study demonstrated differences in leaf tolerance to drought conditions of the investigated sour cherry genotypes. Genotype OS (type/clone of cultivar Oblačinska) appeared to be much more tolerant genotype to drought than other investigated genotypes since it didn't exhibited considerable damage of photosystem II according to measured  $F_v/F_m$  values. Chlorophyll *a* fluorescence monitoring appears to be a tool of choice to diagnose drought stress tolerance of sour cherry genotypes.

## References

- Clavel D., Diouf O., Khalfaoui J.L., Braconnier S. (2006). Genotypes variation in fluorescence parameters among closely related groundnut (*Arachis hypogaea* L.) lines and their potential for drought screening programs. *Field Crops Research* 96:296-306.
- Kadir S., Von Weihe M., Al-Khatib K. (2007). Photochemical efficiency and recovery of photosystem II in grapes after exposure to sudden and gradual heat stress. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 132(6):764-769.
- Khakwani A.A., Dennett M.D., Munir M. (2011). Drought tolerance screening of wheat varieties by inducing water stress conditions. *Songklanakarin Journal of Science and Technology* 33(2):135-142.
- Lauer M.J., Boyer J.S. (1992). Internal CO<sub>2</sub> measures directly in leaves: Abscisic acid and low leaf water potential cause opposing effects. *Plant Physiology* 98:1010-1016.
- Lichtenthaler H.K. (1987). Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology* 148:350-382.
- Maxwell K., Johnson G.N. (2000). Chlorophyll fluorescence – a practical guide. *Journal of Experimental Botany* 51:659-662.
- Mishra K.B., Iannacone R., Petrozza A., Mishra A., Armentano N., La Vecchia G., Trtílek M., Cellini F., Nedbal L. (2011). Engineered drought tolerance in tomato plants is reflected in chlorophyll fluorescence emission. *Plant Science Article in press*.
- Oukarroum A., El Madidi S., Schansker G., Strasser R.J. (2007) Probing the responses of barley cultivars (*Hordeum vulgare* L.) by chlorophyll *a* fluorescence OLKJIP under drought stress and re-watering. *Environmental and Experimental Botany* 60:438-446.
- Sinclair T., Ludlow M. (1985). Who taught plants thermodynamics? The unfulfilled potential of plant water potential. *Australian Journal of Plant Physiology* 12:213-217.
- Strasser R.J., Tsimilli-Michael M., Srivastava A. (2004). Analysis of chlorophyll *a* fluorescence transient. in: Papageorgiou G.C., Govindjee (Eds.), *Chlorophyll *a* fluorescence - A signature of photosynthesis*, *Advances in Photosynthesis and Respiration*, vol 19. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, pp. 321-362.
- Woo N.S., Badger M.R., Pogson B.J. (2008). A rapid, non-invasive procedure for quantitative assessment of drought survival using chlorophyll fluorescence. *Plant Methods* 4:27.

## Acknowledgements

This work was supported by the scientific research grants to Zorica Jurković (073-1781844-1930) and Hrvoje Lepeduš (073-0731674-1673).

sa2012\_0904



# Improvement of apple yield forecast accuracy with additional sampling

Denis STAJNKO, Vanja ŠVAGAN

Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Pivola 10, Hoče, Slovenija  
(e-mail denis.stajnko@uni-mb.si)

## Abstract

An early and exact apple yield forecast has an exceptional meaning for organization of picking, preparation of cooling rooms, selecting fruits for longer warehouse residence and for defining selling prices. In 2009 we did the experiment on the broad fruit growing area in Slovenia, which had an intensive apple production. The test included the main apple varieties 'Braeburn', 'Fuji', 'Idared', 'Jonagold' and 'Golden Delicious'. We wanted to examine the effect of additional September sampling on the accuracy of apple yield forecast based on the image analysis method. During the examination we used a camera to capture photos of the trees and a personal digital assistant ASUS P565 with GPS receiver, which brought us to selected plantation. After completed fieldwork we forecasted the expected yield with the help of computer image analysis in the laboratory. The results of all varieties have shown that the forecast in July has underestimated the yield for 7 % and overestimated it for 2 % in September. The gained results indicated that the sampling in September improved forecasts in the regions Slovenske Gorice, Posavje, and central Slovenia. The presented results are promising because we have managed to reduce the difference between the forecast and the actual yield under 5 %, which is required by producers. However, there are still some deviations which are attributed to specific areas and cannot be described and captured to the forecast with the universal algorithm.

Key words: apples, personal digital assistant, GPS, visualization, yield forecast

## Mogućnost poboljšanja točnosti prognoze uroda jabuka analizom slike pomoću dodatnog uzorkivanja

### Sažetak

Rana i točna prognoza prinosa jabuka ima izuzetan značaj za organizaciju berbe, pripremu hladnjača, odabir voća za duže skladištenje te utvrđivanje prodajne cijene. U 2009. napravljen je veći eksperiment na širem području intenzivnih nasada jabuka u Sloveniji zasađenim glavnim sortama jabuka 'Braeburn', 'Elstar', 'Fuji', 'Gala', 'Idared', 'Jonagold' i 'Golden Delicious'. Željeli smo ispitati utjecaj dodatnog rujanskog uzorkovanja jabuka na točnost prognoze prinosa na temelju metode analize slike. Tijekom pokusa koristili smo kameru za snimanje fotografija stabala i osobni digitalni pomoćnik ASUS P565 sa GPS prijemnikom, koji nas je doveo do nasada. Nakon terenskog rada prognozu očekivanog prinosa pomoću računala i analize slike izradili smo u laboratoriju. Rezultati prognoza u srpnju pokazali su da je prinos svih sorti u prosjeku podcijenjen za 7%, dok ga je rujanska prognoza precijenila za 2%. Rujanska prognoza poboljšala je rezultate u regijama Slovenske Gorice, Posavje i središnja Slovenija. Dobiveni rezultati su obećavajući, jer smo s dodatnim uzorkovanjem u rujnu uspjeli smanjiti razliku između prognoza i stvarnog prinosa ispod 5% što traže voćari. Međutim, još uvijek postoje neka

odstupanja koja su specifična određenim područjima (Goričko) i ne mogu se opisati postojećim univerzalnim algoritmima.

Ključne riječi: jabuka, osobni digitalni asistent, GPS, vizualizacija, prinos, prognoza

## Introduction

Slovenian fruit growers produce about 70.000 tons of apple fruits annually, but with great fluctuations from year to year and from orchard to orchard. An ability to predict apple fruit growth and quality characteristics would make it possible to take informed decisions on fruit thinning, fruit size and fruit yield (Stajnko et al. 2009), planning of harvest labour and determination of the optimum harvest time and storage conditions, which would increase the profitability of apple fruit production.

Thus, modelling fruit growth with an emphasis on tree variability is a crucial step in the management of fruit quantity and quality through horticultural practices (Lescourret et al., 1998) with a great impact on yield prediction per hectare in every growing region. Oriade and Dillon (1997) investigated the variability of fruit growth by using a stochastic approach of fruit growth rates and considering the sink strength of the fruit. All these models simulate the environmental conditions in the orchard, which can significantly vary from the real values, thus Welte (1991) refined the original Bavendorf model (Winter, 1986) by introducing orchard measurements in the mechanistic models.

However, fruits were still manually counted on the tree in the orchard by visual inspection on a few selected sample trees, which was labour intensive and time consuming, hence leaving this method inappropriate for modelling fruit yield in an individual orchard as required by the fruit industry (Stajnko et al., 2004).

Since 2004 in Slovenia the apple yield has been forecasted with the image analysis method introduced by Stajnko et al. (2004). Even though the method itself was very accurate for forecasting the yield on particular parcel, it was still rather vague for forecasting the yield of late apple varieties like 'Breaburn' and 'Fuji', so in the individual years the estimated yield differ from the actual production between 5 to 25 %. Due to the long growing period, climate variables may affect the apple fruit diameter and weight of late fruit varieties much more than in the early varieties, since fruit growing model is based on long term sigmoid functions (Thornley and Johnson, 1990).

The objective of our research was to determine whether a second sampling date in the beginning of September would increase the accuracy of apple yield forecast in the late varieties. It was decided to verify our hypothesis on a sample population of 125 orchards selected from the register of orchards. For sampling the same trees in July and September a GPS based procedure was used, which based on the PDA ASUS 565 and algorithm detail described by Šinjur et al (2009).

## Material and methods

From the register of intensive crops 125 locations of the orchards were selected in June 2009 according to the different growing regions and apple varieties (Fig. 1), from which the 'Golden Decisions' variety represented 27.2%, 'Jonagold' 23.2 % and 'Idared' 22.4 % of samples. First measurements in July took place five days, between 8.00 and 17.00. When we entered the orchard, a correct GERK was selected from PDA, and then we marked the position of the sample tree. By using the camera we capture an image of the tree from a distance of 3 m and stored it on a camera card. In the first week of September the PDA guided us to the same trees again, so we could capture it again. Later in laboratory, all images were processed according to the procedure described in detail by Stajnko et al. (2009).

## Improvement of apple yield forecast accuracy with additional sampling



Figure 1. A map of selected regions

Table 1. List of experimental parcels according to varieties growing regions

Region	Goričko	Slovenske	Maribo	Savinjska	Posavje	Central	Total
Variety	(1)	Gorice (2)	r (3)	dolina (4)	(5)	Slovenija (6)	
'Braeburn'	0	3	3	0	3	4	13
'Fuji'	1	1	4	1	3	11	21
'Idared'	3	0	5	3	7	10	28
'Jonagold'	3	2	4	3	7	10	29
'Golden Delicious'	1	0	8	6	7	12	34
Total	8	6	24	13	27	47	125

### Statistical analysis

Statistical analysis was performed with a SPSS Statistics 17.0 Package for Windows® as the most familiar and widespread statistical programs in Slovenian education and research field. For analysis the difference between estimated and harvested yield a 'paired samples analysis at  $\alpha < 0.05$  was used.

### Results and discussion

Table 2 shows estimated yield based on July and September samples as well as the accuracy of particular forecasts per each variety. The biggest difference between the July forecast, and the weighted yield was recorded in variety 'Idared' (-16 842 kg / ha), followed by 'Golden Delicious' Braeburn' (-5.861 kg/ha) and 'Fuji' (5.150 kg/ha).

The most accurate September forecast was estimated in the variety 'Golden Delicious', where the difference between forecasted and weighted yield was only 211 kg/ha (less than 0.5%), which is an excellent result. Very accurate September forecasts was estimated also for 'Fuji' and 'Jonagold' (- 783 kg/ha) as the weighted yields differ by only 2%. The main reason for such a high improving of forecasts lie the development of apple skin colour, which enables better image processing and a short period between image sapling and harvesting date.

Table 3 shows estimated yield based on July and September samples as well as the accuracy of particular forecasts per each growing region separately. The smallest difference between the July forecast, and the weighted yield was recorded in Goričko region (708 kg/ha), which means only 2%. On the other hand the biggest difference between the July forecast and the actual yield was estimated in the region Posavje (-8583 kg/ha) and Central Slovenia (-7431 kg/ha).

The accuracy of September forecast improved most in the Central Slovenia region, because the weighted yield varied from the estimated one only for 2119 kg/ha (4%).

The majority of individual July forecasts were underestimated probably because of the applied algorithm, which underestimated the mass of individual fruit, due to small diameters at the time of sampling.

September harvest forecast is more accurate than the July one, because there is only statistical difference for Maribor region (+5237 kg/ha).

Additional statistical analysis of particular orchardist showed that the arithmetic mean of the September forecast and the weighted yield statistically significant differ only in the grower number 15. In all other cases the data did not differ.

Table 2. Average estimated and harvested yield according to different varieties and growing regions

Varieties	Experiments	Estimated yield July (kg/ha)	Estimated yield September (kg/ha)	Harvested yield (kg/ha)	Difference E(July)-H (kg/ha)	Index July/H (T=1,00)	Difference E(September)-H (kg/ha)	Index September/H (T=1,00)
´Braeburn´	13	35.200	35.388	32.808	2392	1,07	2.579	1,08
´Fuji´	21	28.867	33.234	34.017	-5150	0,85	- 783	0,98
´Idared´	28	40.959	62.855	57.791	- 16.832*	0,71	5.064	1,09
´Jonagold´	29	38.192	42.151	42.934	- 4.742*	0,89	- 783	0,98
´Golden Delicious´	34	37.812	43.461	43.672	- 5.861*	0,87	- 211	1,00

\* (Sig. < 0,05)

Table 3. Average estimated and harvested yield and growing regions

Growing region	Experiments	Estimated yield July (kg/ha)	Estimated yield September (kg/ha)	Harvested yield (kg/ha)	Difference E(July)-H (kg/ha)	Index July/H (T=1,00)	Difference E(September)-H (kg/ha)	Index September/H (T=1,00)
Goričko	12	41.025	53.859	40.317	708	1,02	13.542	1,34
Slovenske Gorice	8	31.500	31.189	28.544	2.956	1,09	2.645	1,08
Maribor	30	36.082	43.287	38.050	- 1.968	0,95	5.237*	1,14
Savinjska dolina	18	28.111	35.102	31.110	- 2.998	0,90	3.993	1,13
Posavje	31	41.855	54.627	50.438	- 8.583*	0,83	4.189	1,07
Central Slovenija	65	33.627	43.177	41.058	- 7.431*	0,82	2.119	1,04

\* (Sig. < 0,05)

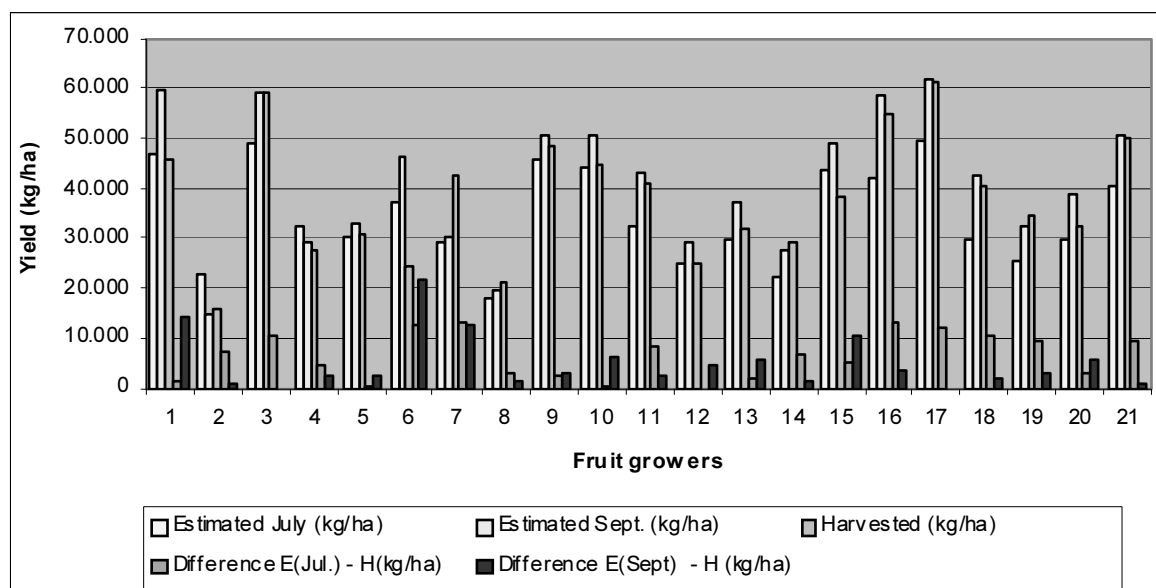


Figure 2. The difference between the forecasted and harvested yield per each grower

### Conclusions

After completing a study in which we tested the effect of additional sampling in September to increase the accuracy of apple yield forecasts based on apple image analysis method, compared with a weighted yield, the following conclusions may be drawn:

More accurate prediction of yield is affected by the number of sample orchards in a particular region or in a particular variety, which is easily seen in the growing areas Posavje and Central Slovenia, and in the varieties 'Golden Delicious' and 'Jonagold', where there have been more experiments than in other regions. In contrast, in the case of a smaller sample each forecast has got greater impact on total forecast of particular grower, which resulted in higher difference (for instance producer 2 and 6 in - July sampling).

The biggest impact of the September supplementary sampling was detected if we compared the average yield of each variety in all regions, since the September forecast exceeded the weighted average of actual production for only 2% in five late varieties.

Given the short time interval from the late sampling in September till harvest, the individual forecasts were improved in the most experiments comparing with the July forecast. On particular forecasts, where there have been higher differences, the biggest reason lies in inappropriate growing curves, which were introduced into the algorithm for image processing.

Above research results confirmed that the additional sampling in September increased accuracy of crop forecasts by the method of image analysis and would be recommended to increase the estimated apple yield in Slovenia.

### References

- Oriade C.A., Dillon C.R. (1997). Developments and biophysical and bio economic simulation of agricultural systems: a review. *Agricultural Economics* 17, 45-48.
- Lescourret, F., Mimoun, M.B. and M. Génard, (1998): A simulation model of growth at the shoot-bearing fruit level, I. Description and parameterization for peach, *European Journal of Agronomy*, 9, 173-188.
- Stajniko D., Lakota M., Hočevnar M. (2004). Estimation of number and diameter of apple fruits in the orchard during the growing season by thermal imaging. *Computers and Electronics in Agriculture*, 42(1), 31-42.
- Stajniko, D., Rakun J. and M. Blanke (2009). Modelling apple fruit yield using image analysis for fruit colour, shape and texture. *European journal of horticultural science*, 2009, 74, (6), 260-267.
- Šinjur, S., Zazula, D., Stajniko, D. (2009). Sistem za avtomatsko lociranje drevesnih nasadov in zajemanje podatkov o pridelku na terenu. V: ZAJC, Baldomir (ur.), TROST, Andrej (ur.). Zbornik Osemnajste mednarodne elektrotehniške in računalniške konference - ERK 2009, 21-23. september 2009, Portorož, Slovenija. Ljubljana: IEEE Region 8, Slovenska sekcija IEEE, zv. B, str. 59-62.
- Thornley, J.H.M, Johnson, I. R., (1990): *Plant and Crop Modelling*. Clarendon Press, Oxford, pp. 80-84.
- Winter F. (1986): Modelling the biological and economic development of an apple orchard, *Acta Horticulturae* 160, p. 353-360.
- Welte H. (1991): *Analyse und Simulation des Fruchtwachstums von Äpfeln*, Grauer Verlag, Stuttgart, 161 p.

### Acknowledgements

This article was created as a result of the applied project "Preparation of a register of yields of apples and pears by visualization of the volume of native trees" (V4-0537). The project funded by the Public Research Agency of the Republic of Slovenia and the Ministry of Agriculture, Forestry and Food of the Republic of Slovenia.

sa2012\_0905

# Odabir sortimenta šljive za sušenje

Jana ŠIC ŽLABUR, Sandra VOĆA, Nadica DOBRIČEVIĆ, Stjepan PLIESTIĆ, Ante GALIĆ, Jasmina MARTINEC

Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska  
(e-mail: jszlabur@agr.hr)

## Sažetak

Cilj istraživanja bio je na temelju fizikalnih i kemijskih parametara četiri sorte šljiva: Stanley, President, Čačanska rodna i Čačanska ljepotica utvrditi koja je od navedenih sorata najprihvatljivija za proces sušenja. Analizirani su fizikalni parametri: masa ploda šljive, veličina ploda (širina i duljina), mehanička čvrstoća ploda, masa koštice, veličina koštice, te kemijski parametri: ukupna suha tvar, ukupne kiseline, pH vrijednost, topljiva suha tvar i omjer topljive suhe tvari i ukupnih kiselina (TSS/TA). Masa plodova iznosila je 36,84 g (Čačanska rodna) - 45,02 g (Stanley), širina plodova 36,59 mm (Čačanska rodna) - 41,03 mm (Stanley), duljina plodova 45,94 mm (President) - 52,82 mm (Stanley), mehanička čvrstoća plodova 0,29 kg (Čačanska rodna) - 1,25 kg (President), masa koštice 1,92 g (Čačanska rodna) - 2,17 g (President), širina koštice 9,30 mm (Čačanska rodna) - 10,52 mm (President), duljina koštice 27,54 mm (President) - 30,67 mm (Čačanska ljepotica), ukupna suha tvar 18,44 % (Čačanska ljepotica) - 23,07 % (Stanley), ukupne kiseline 0,42 g/kg (Čačanska rodna) - 0,97 g/kg (President), topljiva suha tvar 17,07 °Brix (Čačanska ljepotica) - 19,50 °Brix (Čačanska rodna), omjer topljive suhe tvari i ukupnih kiselina 19,93 (President) - 46,81 (Čačanska rodna) i pH-vrijednost 3,32 (President) - 3,96 (Čačanska rodna). Sve istraživane sorte pokazuju vrlo dobre prosječne vrijednosti fizikalnih i kemijskih parametara na temelju kojih ih se može preporučiti za prerađivanje, a u usporedbi s ostalim istraživanim sortama sorta Stanley pokazala se najpogodnijom za proces sušenja.

Ključne riječi: fizikalni i kemijski parametri, Stanley, President, Čačanska rodna, Čačanska ljepotica, sušenje

## Selection of varieties of plums for drying

### Abstract

The aim of this study was to analyze the physical and chemical parameters of four different varieties of plums: Stanley, President, Čačanska rodna and Čačanska ljepotica and on the basis of the results to determine which of these varieties is the most suitable for drying process. The following physical and chemical parameters were analyzed: fruit weight, fruit size (width and length), the mechanical strength, the mass of pit, the size of pit, total dry matter content, total acidity, pH, total soluble solid and the ratio of total soluble solids and total acids (TSS/TA). The results were: fruit weight ranged from 36,84 g (Čačanska rodna) – 45,02 g (Stanley), fruit width from 36,59 mm (Čačanska rodna) to 41,03 mm (Stanley), the length of the fruit from 45,94 mm (President) to 52,82 mm (Stanley), the mechanical strength of a fruit 0,29 kg (Čačanska rodna) to 1,25 kg (President), mass of pit ranging from 1,92 g (Čačanska rodna) – to 2,17 g (President), width of pit from 9,30 mm (Čačanska rodna) to 10,52 mm (President), the length of the pit from 27,54 mm (President) to 30,67 mm (Čačanska ljepotica). Some chemical parameters were measured: dry matter content ranging from 18,44 % (Čačanska ljepotica) to 23,07 % (Stanley), total acidity from 0,42 g/kg (Čačanska rodna) to 0,97 g/kg (President), total soluble solids of

## Selection of varieties of plums for drying

17,07 °Brix (Čačanska ljepotica) to 19,50 °Brix (Čačanska rodna), the ratio of total soluble solids and total acids ranged from 19,93 (President) to 46,81 (Čačanska rodna) and the pH-value 3,32 (President) to 3,96 (Čačanska rodna). According to the observed physical and chemical parameters can be concluded that the variety Stanley is optimal for drying process compared with the remaining varieties. It should be noted that the remaining cultivars show very good values of physical and chemical parameters on the basis of which they can be recommended for processing.

Key words: physical and chemical parameters, Stanley, President, Čačanska rodna i Čačanska ljepotica, dehydration

### Uvod

Sorte šljiva razlikuju se u nizu kemijskih i fizikalnih parametara koji utječu na sušenje (Niketić-Aleksić, 1988). Plodovi namijenjeni sušenju moraju biti zreli, zdravi, odgovarajućeg omjera topljive suhe tvari i ukupnih kiselina, odgovarajuće veličine i bez mehaničkih oštećenja. Veličina koštice i mogućnost odvajanja usplođa jedan je od mjerila kvalitete kod sušenja šljiva (Marković, 1986.). Glavni cilj ovog istraživanja je analizirati fizikalne i kemijske parametre četiri sorte šljiva, Stanley, President, Čačanska rodna i Čačanska ljepotica i na temelju dobivenih rezultata utvrditi koja je od navedenih sorata najbolja za proces sušenja.

### Materijal i metode

Analizirane su četiri sorte šljiva: Stanley, President, Čačanska rodna i Čačanska ljepotica. Plodovi šljiva kupljeni su na tržnici. Od svake sorte za analize je korišteno 30 plodova bez mehaničkih oštećenja ili vidljivih znakova kvarenja. Analizirani su fizikalni parametri: masa ploda i koštice laboratorijskom vagom s točnošću  $\pm 0,01$  g; veličina ploda (duljina i širina) digitalnim pomičnim mjerilom s točnošću  $\pm 0,01$  mm; mehanička čvrstoća ploda penetrometrom Effegi (tip FT 327) te kemijski parametri: sadržaj suhe tvari sušenjem do konstantne mase pri 105°C; topljiva suha tvar (°Brix) refraktometrom (A. Krüss, Germany) (AOAC, 1995), ukupna kiselost određena je prema AOAC metodi 942.15 (AOAC, 1995) i izražena preko jabučne kiseline, pH- vrijednost izmjerena je pomoću pH-metra (Mettler-toledo, Switzerland) (AOAC, 1995). Na temelju podataka za topljivu suhu tvar i sadržaj ukupnih kiselina izražen je omjer topljive suhe tvari i ukupnih kiselina (TSS/TA). Dobiveni podaci obrađeni su statistički u programu SAS, verzija 8.0 (SAS, 1990). Korišten je Duncanov test signifikantnosti razlika (5%).

### Rezultati i rasprava

Rezultati istraživanja prikazani su u tablici 1 i 2. Vrijednosti fizikalnih parametara plodova prikazani su u tablici 1. Veličina ploda (njegova duljina i širina) kao i veličina koštice ploda (duljina i širina) osnovni su fizikalni parametri prema kojima se određuje sortiment šljive za sušenje. Šljive koje prema mjerenim parametrima imaju veće vrijednosti veličine ploda, a manje vrijednosti veličine koštice pogodnije su za preradu u sušeni oblik. Prosječna vrijednost mehaničke čvrstoće plodova u istraživanim sortama iznosi od 0,29-1,25 kg. Sorta President ima najveću mehaničku čvrstoću ploda (1,25 kg) dok najmanju (0,29 kg) ima sorta Čačanska rodna (tablica 1). Čvrstoća ploda povezana je sa zrelošću ploda ali je i sortna karakteristika. Obzirom da su vrijednosti čvrstoće plodova u ovom istraživanju nešto manje u odnosu na istraživanja ostalih autora (Ertekin i sur., 2005) razlozi mogu biti nepovoljni klimatski uvjeti (visoke temperature i sušno razdoblje) i kasniji period berbe. Prosječne vrijednosti mase plodova istraživanih sorata su od 36,84-45,02 g, širina plodova od 36,59-41,03 g, a duljina od 45,94-58,82 g. Najveću masu ploda (45,02 g) i najveću veličinu ploda (širina 41,03 mm i duljina 52,82 mm) ima sorta Stanley što je i u skladu s podacima drugih autora (Miljković, 1991; Cinquanta i sur., 2002). Ertekin i sur. (2005) u svom istraživanju navodi nešto manje prosječne vrijednosti nego što su dobivene u ovom istraživanju. Prosječne vrijednosti za masu koštice su između 1,92-2,17 g (tablica 1). Sorta Stanley ima masu koštice 2,06 g što je u skladu s podacima drugih istraživanja (Ertekin i sur., 2005). Prosječne vrijednosti za širinu i duljinu koštice sorte Stanley (tablica 1) dobivene u ovom istraživanju, u skladu su s istraživanjima drugih autora (Ertekin i sur., 2005; Cinquanta i sur., 2002).

Vrijednosti kemijskog sastava istraživanih plodova šljiva prikazani su u tablici 2. Nezreli plodovi šljive neupotrebljivi su za sušenje te je od iznimne važnosti da se za preradu plodova šljiva u sušeni oblik biraju plodovi odgovarajuće zrelosti. Zreli plodovi šljive sadrže veću količinu ukupnih šećera u suhoj tvari te manju količinu ukupnih kiselina što sušenom plodu daje karakterističnu aromu. Temeljem svega navedenog, kemijski parametri koje plod šljive treba zadovoljavati da bi bio pogodan za sušenje su, veća količina ukupne topljive tvari i manja količina ukupnih kiselina. Prosječne vrijednosti suhe tvari iznose od 18,44-23,07 % (tablica 2). Najveći sadržaj suhe tvari ima sorta Stanley, što je u skladu s literaturnim navodima drugih autora (Cinquanta i sur., 2002). Sorte Čačanska rodna i Čačanska ljepotica imaju veću količinu suhe tvari (tablica 2) u usporedbi s istraživanjima drugih autora (Mišić, 2006). Poznato je da povećanje suhe tvari u plodovima nastaje zbog utjecaja insolacije, viših temperatura i prijenosa asimilata iz lišća u plodove (Voća i sur., 2007). Obzirom na klimatske uvjete (visoke temperature te nedovoljna količina padalina), koji su bili prisutni u vrijeme dozrijevanja istraživanih plodova, nije isključeno da je došlo do određenih promjena u količini suhe tvari.

Prosječna vrijednost za ukupnu kiselost u istraživanim sortama je u rasponu od 0,42-0,97 g/kg (tablica 2). Najveći sadržaj ukupnih kiselina (0,97 g/kg) ima sorta President (tablica 2). Sorte Stanley ima veću prosječnu vrijednost sadržaja ukupnih kiselina dobivenu u ovom istraživanju u usporedbi s drugim autorima (Ertekin i sur., 2005). Cinquanta i sur., (2002) u svom istraživanju, dobili su veće vrijednosti za sadržaj ukupnih kiselina kod sorte Stanley od onih dobivenih u ovom istraživanju (tablica 2). Sorte Čačanska rodna i Čačanska ljepotica imaju niže vrijednosti ukupnih kiselina (tablica 2) u usporedbi s istraživanjima drugih autora (Mišić, 2006.). Tijekom procesa zrenja u plodovima dolazi do brojnih kemijskih promjena, pa se tako i sadržaj ukupnih kiselina smanjuje (Voća i sur., 2007). Stoga je jako važno odrediti rok berbe jer u protivnom rezultati mogu varirati. Prosječne vrijednosti ukupne topljive suhe tvari ( $^{\circ}$ Brix) su od 19,50-17,07 (tablica 2) te se podaci dobiveni u ovom istraživanju nalaze u granicama koje navode ostali istraživači (Paz i sur., 2008). Rezultati omjera (TSS/TA) su u rasponu od 46,81-19,93. Najveći omjer (TSS/TA) zabilježen je kod sorte Čačanska rodna (46,81), a najmanji (19,93) kod sorte President (tablica 2). Omjer topljive suhe tvari i ukupnih kiselina osnovna je komponenta u formiranju okusa (Katalinić, 2006). Od velike je važnosti za konzumaciju suhih plodova da je omjer TSS/TA harmoničan. Prosječne pH-vrijednosti su od 3,96-3,32 (tablica 2) što je u granicama koje navode literaturni podaci (Miljković, 1991).

Tablica 1. Fizikalni parametri plodova šljiva istraživanih sorti

Sorta	Mehanička čvrstoća (kg) **	Masa ploda (g) **	Širina ploda (mm) **	Duljina ploda (mm) **	Masa koštice (g) N.S.	Širina koštice (mm) N.S.	Duljina koštice (mm) N.S.
Stanley	1,08b	45,02a	41,03a	52,82a	2,06a	9,87ab	29,49ab
President	1,25a	39,42b	39,94a	45,94c	2,17a	10,52a	27,54b
Čačanska rodna	0,29d	36,84b	36,59c	49,97b	1,92a	9,30ab	29,58ab
Čačanska ljepotica	0,44c	39,87c	38,47b	51,66a	2,17a	9,71ab	30,67a

Duncanov test signifikantnosti razlika (5%)

Tablica 2. Kemijski parametri plodova šljiva istraživanih sorti

Sorta	Suha tvar (%) **	Ukupne kiseline (g/kg) **	Ukupna topljiva suha tvar ( $^{\circ}$ Brix) **	TSS/TA **	pH **
Stanley	23,07a	0,43b	19,40a	45,24a	3,84c
President	22,30a	0,97a	19,23a	19,93c	3,32d
Čačanska rodna	21,34b	0,42b	19,50a	46,81a	3,96a
Čačanska ljepotica	18,44c	0,46b	17,07b	36,84b	3,92b

Duncanov test signifikantnosti razlika (5%)



## Zaključci

Provedeno istraživanje fizikalnih i kemijskih parametara u četiri sorte šljiva, sa ciljem da se odabere sortiment za proces sušenja, pokazalo je, da su sve sorte dobra sirovina za proces sušenja. Obzirom na veličinu plodova, te količinu suhe tvari i dobrog omjera topljive suhe tvari i ukupne kiselosti istaknula se sorta Stanley. Sorte šljiva s većim vrijednostima veličine ploda (duljine i širine), a manjim veličine koštice pogodnije su za preradu u sušeni oblik. Također, sorte šljiva koje pokazuju povoljnija kemijska svojstva (veća količina ukupne suhe tvari i ukupne topljive tvari, a manja količina ukupnih kiselina) pogodnije su za preradu u sušeni oblik. Obzirom da se u Republici Hrvatskoj uzgajaju različite sorte šljiva, potrebno je posebno potaknuti proizvodnju onih sorti koje su po svojim fizikalnim i kemijskim parametrima pogodne za sušenje. Rezultati ovog istraživanja poslužiti će kao podloga za buduća opsežnija istraživanja sortimenta koji bi bio dobar za proizvod Suha šljiva.

## Literatura

- Niketić-Aleksić G. (1988). Tehnologija voća i povrća, Poljoprivredni fakultet, Beograd
- AOAC (1995). Official methods of analysis (16th ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists
- SAS Institute (1990). SAS/STAT Users Guide, version 8 edition. Vol. 2. SAS Institute, Cary, NC., USA.
- Ertekin C., Gozlecki S., Kabas O., Sonmez S., Akinci I. (2006). Some physical, pomological and nutritional properties of two plum (*Prunus domestica* L.) cultivars. *Journal of Food Engineering*, 75: 508-514
- Marković V. (1986). Suva šljiva, Rnro, Podrinje, Šabac.
- Miljković I. (1991). Suvremeno voćarstvo, Nakladni zavod Znanje, Zagreb.
- Cinquanta L., Di Matteo M., Esti M. (2002). Physical pre-treatment of plums (*Prunus domestica*). Part 2. Effect on the quality characteristics of different prune cultivars. *Food Chemistry* 79: 233-238.
- Mišić P.D. (2006). Šljiva, Partenon, Beograd.
- Voća S., Dobričević N., Šindrak Z., Borošić J., Benko B. (2007.). Quality of Tomatoes grown on Different Substrates and Harvested in Three Harvest Periods. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau* 9: 431-437.
- Paz p., Sánchez M.T., Perez-Marín D., Guerrero J.E., Garrido-Varo A. (2008). Nondestructive Determination of Total Soluble Solid Content and Firmness in Plums Using Near-Infrared Reflectance Spectroscopy, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56 (8): 2565–2570.
- Katalinić V. (2006). Kemija mediteranskog voća i tehnologija prerade, Kemijsko-tehnološki fakultet, Split.

sa2012\_0906

# The effect of the ripening stage on the total phenolics content in selected plum cultivars

Janja KRISTL, Stanislav TOJNKO, Tatjana UNUK

University of Maribor, Faculty of Agriculture and Life Sciences, Pivola 10, Hoče, Slovenia,  
(e-mail: janja.kristl@uni-mb.si)

## Abstract

The total phenolics (TP) content was determined in the fruits of the plum cultivars 'Čačanska lepotica', 'Tophit' and 'Valor', during the ripening period. The TP in plum extracts were determined by the Folin-Ciocalteu assay. At the commercial ripeness stage, the TP content was 84-127 mg of gallic acid equivalents/100 g of fresh weight. During the last five days on-tree ripening, no statistically significant differences in the content of TP were observed in the cultivar 'Čačanska lepotica', whilst in 'Valor', which was studied for a period of 19 days, the content detected at the last sampling date was significantly higher than the values determined on the previous sampling dates. 'Tophit' exhibited the lowest TP content at the first sampling date.

Key words: plums (*Prunus domestica* L.), ripening, total phenolics

## Introduction

Fruit ripening is a very complex process. A large number of biochemical, physiological, and structural changes occur during the ripening of fruits. Some of the biochemical changes are the synthesis and actions of those hormones responsible for ripening, the degradation of chlorophyll, the biosynthesis of carotenoids, anthocyanins, essential oils, and the metabolisms of those sugars, acids and volatile compounds involved during taste and flavour development (Abeles and Takeda, 1990).

Phenolic compounds are important secondary aromatic metabolites synthesized by plants during normal development, as well as in response to stress conditions (UV radiation, infection by pathogens and parasites, wounding, etc). Phenolic compounds are the important components of many fruits, vegetables and beverages, in which they are closely associated with colour, flavour, odour, bitterness, and astringency. They have attracted the attention of researchers, consumers and producers, due to their possible health-promoting effects (Shahidi and Naczk, 2004).

The phenolic classes commonly found in fruits are hydroxycinnamic acids, hydrolyzable tannins, anthocyanins, hydroxybenzoic acids, flavonols, flavan-3-ols, and condensed tannins (proanthocyanidins). The predominant hydroxycinnamate in plums is chlorogenic acid, whilst neochlorogenic acid and cryptochlorogenic acid are found in lower concentrations (Fang et al., 2002). Flavonols such as quercetin-3-rutinoside, and flavan-3-ols such as catechin and epicatechin, have been identified (Kim et al., 2003, Tomás-Barberán et al., 2001).

Several methods for the assessment of total phenolic content in biological or food extracts are based on reactions with a colorimetric reagent (such as Folin-Ciocalteu reagent). The Folin-Ciocalteu assay is reproducible and simple. It has been, and is still, widely-used despite the fact that other components in the sample extract (ascorbic acid, aromatic amines, or sugars) can interfere the determination (Singleton and Rossi, 1965).

Although it is well-known that plums are a good source of phenolic compounds, there is a limited amount of information on the content of phenolics during ripening. The purpose of this study was to determine the content of total phenolics and to investigate any variation in the content of total phenolics with cultivar and ripening stage. From a traditional horticultural, the fresh fruit market and processing industry point of view, studying the total phenolic content during the fruit ripening may not be of practical interest, since plums

have to be harvest in a certain fruit ripening stage, however, in our view this opens the possibility of reaching new markets which are focused mainly on the content of bioactive compounds with health promoting effects.

## Materials and methods

### Fruit sampling

In 2007, the fruits of three different plum cultivars (*Prunus domestica* L.) were collected from a five-year experimental orchard at the Fruit Growing Centre, Maribor. The experiment consisted of ten trees for each cultivar. Fifty similar plums were randomly picked for each cultivar at 2-3 day intervals (Table 1). The plums were randomly-divided into five replicates of 10 fruits, pitted by hand, dipped in liquid nitrogen, and homogenized using a blender (Grindomix GM 200, Retsch). Three grams of homogenized sample were used for the extraction.

Table 1: Sampling intervals during the ripening of plum cultivars.

Cultivar	Sampling dates							
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
'Čačanska lepotica'	30.7	1.8	3.8	/	/	/	/	/
'Tophit'	5.9	7.9	10.9	12.9	/	/	/	/
'Valor'	10.8	14.8	16.8	20.8	22.8	24.8	27.8	29.8

### Determination of total phenolics

The phenolics were quantified using the Folin-Ciocalteu phenol reagent. Three grams of homogenized plums were extracted following the procedure described by Pérez-Jimenez and Saura-Calixto (2005). The extract was diluted in a 100 mL volumetric flask, with deionised water. One mL of diluted extract was added to a 50 mL volumetric flask filled with app. 20 mL of deionised water, then one mL of Folin-Ciocalteu's reagent was added and allowed to react for three mins before the addition of 7.5 mL 20% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. The mixture was diluted to 50 mL with water, mixed thoroughly, and then incubated for 2 h at room temperature. A blank containing 1 mL of diluted extraction solution, and standard solutions of gallic acid (10-50 mg/L), were prepared following the same procedure. The absorbance was measured at 750 nm. The samples were extracted and analysed in triplicate.

### Statistical analysis

The results obtained were analysed using the SPSS program (version 17.0 for Windows, SPSS, Chicago, IL). The analysis of variance was performed and the means were compared with the Duncan's test. The significant difference was statistically considered at the level of  $p < 0.05$ .

## Results and discussion

From the literature data TA, TSS and their ratio are the most reliable parameters to determine consume ripeness, since TSS significantly correlated with the perception of sweetness, flavour and plum aroma intensity and the ratio TSS: TA with sweetness and flavour intensity. Due to these facts, we decided to determine TSS and TA and to use the ratio of TSS:TA as the ripening index (data not shown).

The content of total phenolics during the ripening period of plums, is shown in Figures 1-3. The first sampling of the plums of 'Čačanska lepotica' was performed four days before the fruits reached eating quality. The content of total phenolics was the lowest at the second sampling date with 76 mg GEA/100 g FW. The total phenolic content detected on the last sampling date (83 mg GAE/100 g FW) was insignificantly different to the value detected on the first sampling date. Usenik et al. (2008) observed that the last month of the ripening period had no influence on the content of phenolics in the plum cultivars 'Jojo', 'Čačanska najbolja', 'Valor', and 'Čačanska rodna'.

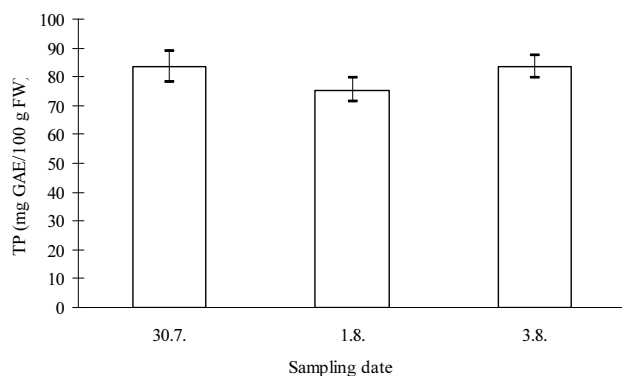


Figure 1. Total phenolics content during the last five days of ripening of the cultivar 'Čačanska leptotica'. Error bars represent standard deviation (n=3).

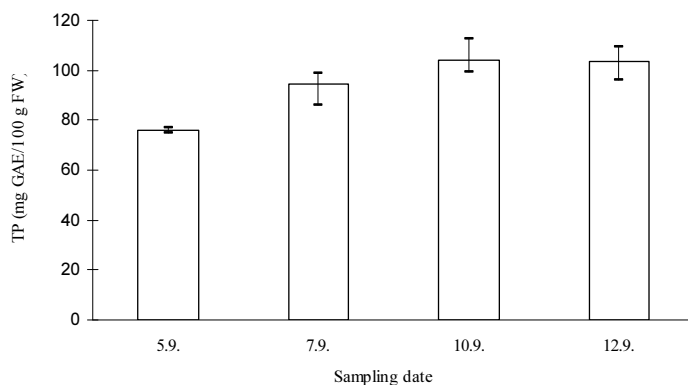


Figure 2. Total phenolics content during the last week of ripening of the plum cultivar 'Tophit'. Error bars represent standard deviation (n=3).

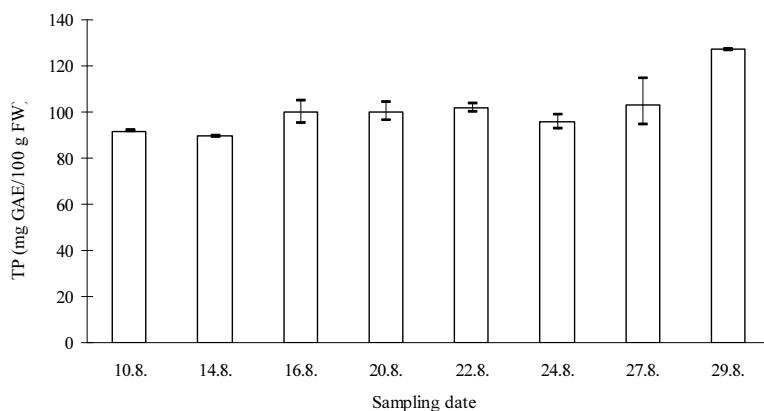


Figure 3. Total phenolics content during the last 19 days of ripening of the cultivar 'Valor'. Error bars represent standard deviation (n=3).

The total phenolics regarding the cultivar 'Tophit' increased by approximately 25%, from the lowest value at the first sampling date (76 mg GAE/100 g FW) to the second sampling date, and this value was insignificantly different to those obtained at the last sampling date.

From among the cultivars studied, the 'Valor' exhibited the highest total phenolics content throughout the last 19 days of ripening. As with cultivar 'Tophit', the lowest value was detected on the first sampling date (92 mg GAE/100 g FW). No increase in total phenolics content was observed during the next 17 days. At the last sampling date total phenolics content was significantly higher (127 mg GAE/100 g FW) compared to the values detected before the fruits reached eating quality.

When comparing the total phenolics content during the ripening of three studied plum cultivars, it can be concluded that there was no clear trend. The results obtained are in agreement with those previously reported for nectarine, peach, and plums by Tomás-Barberán et al. (2001) who also observed no clear trend in the phenolics content during ripening.

On the last sampling dates, which corresponded to the eating qualities of the fruits, the total phenolics content of various plum cultivars were within the range from 83 to 127 mg GAE/100 g FW. There was a significant difference at the level of  $p < 0.05$  regarding the total phenolics content among the plum cultivars. The study showed that the cultivar 'Valor' had the highest total phenolics content and was in agreement with the work of Usenik et al. (2008) who reported the highest phenolics content determined within the same cultivar. In general, the total phenolics content as measured in the studied cultivars was within the range previously reported for twenty plums genotypes (Vasantha Rupasinghe et al., 2006), and lower compared to the values reported by Chun et al. (2003) and Kim et al. (2003), who studied different plum cultivars.

### Conclusion

In this study, we determined the total phenolics content in the extracts of plum cultivars 'Čačanska leptotica', 'Tophit', and 'Valor' during on-tree ripening. This is an aspect which has rarely been investigated. The results showed that the phenolics content depends on the cultivar. From among the cultivars studied, the total content of phenolic compounds was highest in 'Valor'. During ripening, there was no clear trend in the total phenolics content. A significant increase in the total phenolics content between the first and last sampling dates was observed in cultivars 'Tophit' and 'Valor', whilst the cultivar 'Čačanska leptotica' did not show any difference during the last four days of on-tree ripening.

In cultivars 'Tophit' and 'Valor', which were studied during longer ripening period the trend of increase in phenolic content was confirmed. That indicates that early picking satisfies only tradesman demands and deprives the consumer of potential enjoyment in full developed taste and nutrition value.

### References

- Abeles F.B., and Takeda, F. (1990). Cellulase activity and ethylene in ripening strawberry and apple fruits. *Sci. Hortic.* 42:269-275.
- Chun O.K., Kim D.O., Moon H.Y., Kang H.G., and Lee, C.Y. (2003). Contribution of individual polyphenolics to total antioxidant capacity of plums. *J. Agric. Food Chem.* 51:7240-7245.
- Kim D.O., Chun K., Kim Y.J., Moon H., and Lee, C.Y. (2003). Quantification of polyphenolics and their antioxidant capacity in fresh plums. *J. Agric. Food Chem.* 51:6509-6515.
- Fang N., Yu S., and Prior, R.L. (2002). LC/MS/MS characterization of phenolic constituents in dried plums. *J. Agric. Food Chem.* 50:3579-3585.
- Pérez-Jimenez J., and Saura-Calixto, F. (2005). Literature data may underestimate the actual antioxidant capacity of cereals. *J. Agric. Food Chem.* 53:5036-5040.
- Shahidi F., and Naczk, M. (2004). *Phenolics in food and nutraceuticals: Sources, applications and health effects.* CRC Press, Boca Raton/Florida.
- Singleton V.L., and Rossi, J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phospho-molybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.* 16:144-158.
- Tomás-Barberán F.A., Gil M.I., Cremin P., Waterhouse A.L., Hess-Pierce B., and Kader, A.A. (2001). HPLC-DAD-ESIMS analysis of phenolic compounds in nectarines, peaches and plums. *J. Agric. Food Chem.* 49:4748-4760.
- Usenik V., Kastelec D., Veberič R., and Štampar, F. (2008). Quality changes during ripening of plums (*Prunus domsetica* L.). *Food Chem.* 111:830-836.

Vasantha Rupasinghe H.P., Jayasankar S., and Lay, W. (2006). Variation in total phenolics and antioxidant capacity among European plum genotypes. *Sci. Hortic.* 108:243-246.

### **Acknowledgement**

The authors gratefully acknowledge the assistance of our student Katja Lukač in carrying out the chemical analyses.

sa2012\_0907

# Konvektivno sušenje ploda smokve (*Ficus carica* L.) sorte Zamorčica u elementarnom (tankom) sloju

Ante GALIĆ, Stjepan PLIESTIĆ, Nadica DOBRIČEVIĆ, Sandra VOĆA, Jana ŠIĆ ŽLABUR, Jasmina MARTINEC

Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska  
(e-mail: agalic@agr.hr)

## Sažetak

Plod jednorotke bijele smokve (*Ficus carica* L.) sorte Zamorčica bio je sušen u elementarnom (tankom) sloju u sušnici na temperaturi radnog medija (zraka) raspona od 60°C. Plodovi su prije sušenja podvrgnuti različitim predtretmenima: blanširani, blanširani i sulfitirani. Osim toga sušena je skupina netretiranih plodova. Primjenom blanširanja i sulfitiranja vrijeme sušenja je skraćeno za 75,71 %, a primjenom samog blanširanja za 35,31 % u odnosu na sušenje netretiranog ploda smokve sorte Zamorčica. Vrijeme sušenja blanširanog i sulfitiranog ploda kraće je za 62,46 % u odnosu na vrijeme sušenja blanširanog ploda smokve sorte Zamorčica.

Ključne riječi: plod smokve, predtretman, blanširanje, sulfitiranje, sušenje

## Convective drying of fig fruits (*Ficus carica* L.) cultivar Zamorčica in thin layer

### Abstract

The fruit of the white fig (*Ficus carica* L.) cultivar Zamorčica was dried in an elementary (thin) layer in the dryer at a temperature of working fluid (air) of 60°C. The fruits are exposed to different drying pre-treatment: blanching, blanching and sulfuring. In addition, a group of untreated fruits was also dried under same conditions. Applying blanching and sulfuring methods drying time is reduced by 75.71 %, while using the only blanching drying time is reduced by 35.31 % compared to drying time of untreated fig fruits of cultivar Zamorčica. Drying time of blanched and sulfured fruits is 62.46 % shorter compared to the drying of only blanched fruits of cultivar Zamorčica.

Key words: fig fruits, pre-treatment, blanching, sulfuring, drying

### Uvod

Smokva (*Ficus Carica* L.) je jedna od najvažnijih mediteranskih voćnih vrsta i na području Hrvatske. Da bi se ovaj sezonski plod očuvao, i učinio dostupnim potrošačima tijekom cijele godine, često se podvrgava različitim tehnološkim tretmanima, primjerice sušenju (Park i sur., 2002). Sušenje je jedan od najstarijih postupaka čuvanja smokvina ploda, ali i drugih poljoprivrednih proizvoda. Glavni zadatak sušenja proizvoda je produljiti vrijeme čuvanja (skladištenja), minimiziranje potreba za ambalažom i pakiranjem i eliminiranje prijevoza nepotrebne vode (Okos i sur., 1992). Uobičajeni konvencionalni način sušenja plodova smokve je prirodni na suncu. Takav način sušenja ne zahtjeva visoka ulaganja, nije energetski zahtjevan, nema potrebe

za drugim konvencionalnim energentima kao što su: električna energija, plin, nafta, a samim time znatno pojeftinjuje proces dorade, a uz to potrebna je jednostavna oprema za sušenje. Takvim načinom sušenja moguće je uz stalni nadzor proizvesti plod smokve relativno dobrih senzoričkih svojstava. Prirodni način sušenja ploda smokve ima i niz nedostataka: ovisi o vremenskim prilikama tijekom sušenja (vjetru, kiši i suncu), pa je vrijeme sušenja dugotrajno i može trajati danima. Osim toga takvim načinom sušenja plod je često izložen različitim insektima, što u današnje vrijeme poradi visokih higijensko zdravstvenih normi nije prihvatljivo. Poznavajući navedeno, umjetni način sušenja ploda smokve je prihvatljiviji. Vrijeme sušenja znatno je skraćeno i to je kvalitetniji način sušenja od prirodnog načina i navodimo slijedeće prednosti: bolji higijensko sanitarni uvjeti, parametri sušenja mogu se precizno postaviti, nadzirati i mijenjati tijekom cijelog perioda sušenja. Takvim načinom sušenja moguće je postići ujednačeno osušenu masu plodova smokve, bolju kakvoću, a proces sušenja nije uvjetovan vremenskim prilikama. Kada se postigne konstantni stupanj dehidracije, može se, povećavajući protok radnog medija (zraka) skratiti vrijeme sušenja, pa su time troškovi rada niži. Kod sušenja zagrijanim (toplim) radnim medijem (zrakom) podešava se temperatura zraka na 40 do 80°C, a relativna vlaga zraka ( $\varphi$ ) i brzina protoka zraka ( $v$ ) u ovisnosti o postrojenju.

Cilj ovog istraživanja je bio promatrati utjecaj različitih postupaka predtretmana ploda smokve (*Ficus carica* L.) sorte Zamorčica na vrijeme sušenja u elementarnom (tankom) sloju materijala.

### Materijal i metode

Istraživanja su provedena na plodovima sorte smokve Zamorčica (sin. Sušioka, Sušalica, Sušilica, Tjenica, Tenica). Zamorčica jedna je od najboljih i najraširenijih sorata, uzgaja se duž cijelog hrvatskog obalnog područja i priobalja. Otporna je na sušu i hladnoću, bujna je i rodna, odlikuje se odličnim plodovima za potrošnju u svježemu stanju i za sušenje. Plod je sferoidan indeksa sferičnosti  $> 1,1$  (Vego, 2009), ima duguljasti vrat, tanku svijetlozelenu kožicu, a žučkasto zelenu u vrijeme dozrijevanja. Meso je vrlo sočno i slatko, ugodne arome. Suhi plodovi su vrlo cijenjeni zbog nježne, tanke kože i mekog finog mesa. Potrebe količine ploda smokve sorte Zamorčica osigurane su iz smokvika s područja Zadarske i Šibensko-kninske županije krajem kolovoza i početkom rujna 2009. godine. Za istraživanja su odabrani zdravi plodovi, bez znakova oštećenja, ujednačenih dimenzija i mase, kako bi se reducirale utjecajne varijable na rezultate.

Prije sušenja plodovi smokve podvrgnuti su predtretmanima (Piga i sur., 2004):

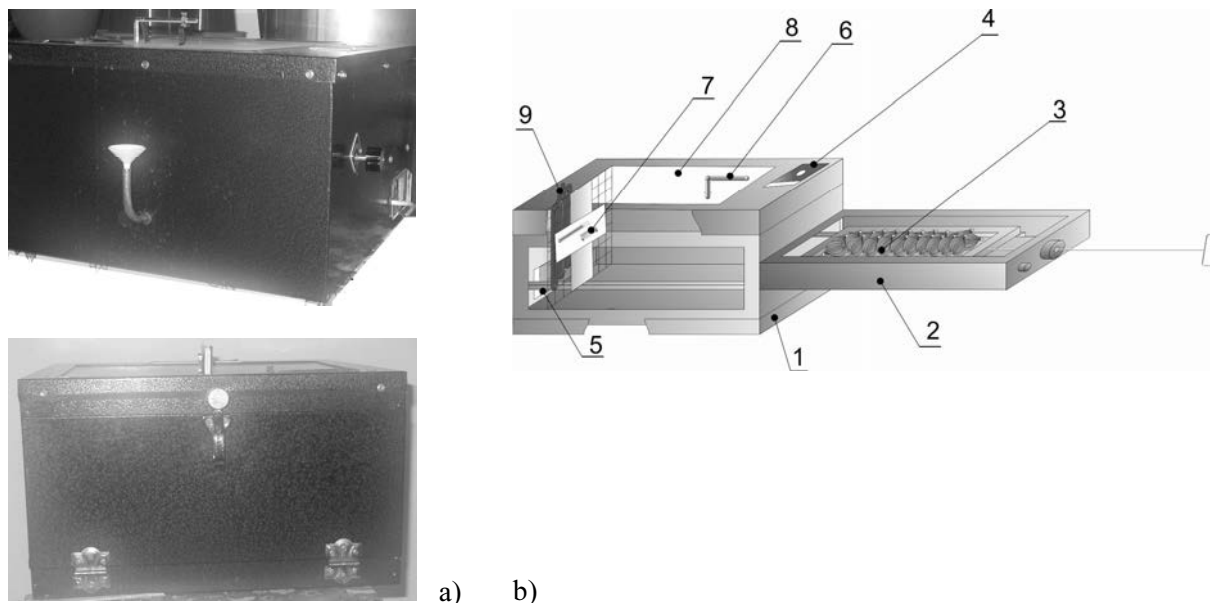
1. blanširanje u trajanju 1 minute uranjanjem u kipuću vodu, potom hlađenje na sobnu temperaturu uz vodu iz vodoopskrbne mreže ( $\approx 17^\circ\text{C}$ ) (omjer vode za blanširanje i ploda smokve 9:1),
2. blanširanje u trajanju 1 minute uranjanjem u kipuću vodu, potom hlađenje na sobnu temperaturu uz vodu iz vodoopskrbne mreže ( $\approx 17^\circ\text{C}$ ), zatim potapanje u trajanju od 3 minute u 3 % kalijev metabisulfit ( $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ) (omjer 9:1), ( $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$  - reduciranje neenzimatskog tamnjenja),
3. netretirani plodovi (kontrolna grupa).

Iz ukupne mase od 300 plodova izdvojeno je za svaki predtretman (3) 50 ujednačenih plodova smokve (5 ponavljanja  $\cdot$  10 plodova) navedene sorte prosječne mase  $34.16 \pm 2,47$  grama ( $n = 150$  kom.). Prosječna početna vlažnost plodova na vlažnu bazu iznosila je 76,11 % ( $n = 50$ ). Sušenje ploda smokve provodilo se u sušnici kabinetnog tipa (slika 1.) vlastite konstrukcije (Pliestic i Dobricević, 2006).

U eksperimentalnoj sušnici moguće je regulirati, nadzirati i evidentirati sve relevantne parametre za sušenje i to: temperaturu ( $t$ ), vlažnost ( $\varphi$ ), brzinu ( $v$ ), količinu ( $Q$ ) radnog medija. Sušnica je tako konstruirana da omogućava kontinuiran i ravnomjeran protok radnog medija kroz cjelokupnu površinu okvira na kojem se nalaze plodovi smokve, bez turbulencija. Osim navedenog moguće je mjeriti i promjenu ukupne mase plodova tijekom sušenja. Okvir u sušnici na koji se u elementarnom sloju slažu plodovi smokve načinjen je od nehrđajućeg (inox) materijala (X6CrNiTi18-10) ukupne površine 0,25 m<sup>2</sup>, deltoidnih oblika otvora i aktivne prostrujne površine 75 %. Parametri tijekom postupka sušenja bili su: temperatura zraka okoline  $t_0 = 22 - 25^\circ\text{C}$ , temperatura radnog medija (zraka) za sušenje  $t_z = 60^\circ\text{C}$ , relativna vlažnost zraka okoline na ulazu u sušnicu I. faza  $\varphi \approx 45$  %, II. faza  $\varphi = 30 - 35$  % (vlažnost ploda ispod 40 %). Volumetrijski protok zraka u sušnici  $Q_v = 40 - 60$  m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup>. Tijekom ispitivanja u svim ponavljanjima brzina radnog medija bila je u prosjeku 1,0 m/s (max. 1,5 m/s) i mjerena je Lambrechtovim anemometrom Meteo Digit III. Početna, kao i konačna vlaga ploda smokve je određivana prema standardnoj metodi (AOAC, 1990) u laboratorijskoj vakumskoj sušnici na temperaturi 70 °C nakon 12 sati. Postupak sušenja završio je kada je procijenjena vlažnost plodova bila ispod  $w_2 < 17$  %. Tako osušeni plodovi smokve sorte Zamorčica pakirani su u vodonepropusne polimerne (PE/PP) vrećice i pohranjene za druge analize koje nisu obuhvaćene ovim radom.



## Convective drying of fig fruits (*Ficus carica* L.) cultivar Zamorčica in thin layer



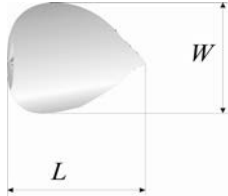
Slika 1. Eksperimentalna sušnica; a) za biljni materijal; b) za plod smokve: 1 – sušnica; 2 – okvir za materijal; 3 – materijal – plod smokve; 4 – izlazni otvor zraka; 5 – ulazni otvor za zrak; 6 – termometar (suhi); 7 – termometar (vlažni); 8 – kontrolno okno; 9 – el. grijač s ventilatorom i termostatom ( $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ )

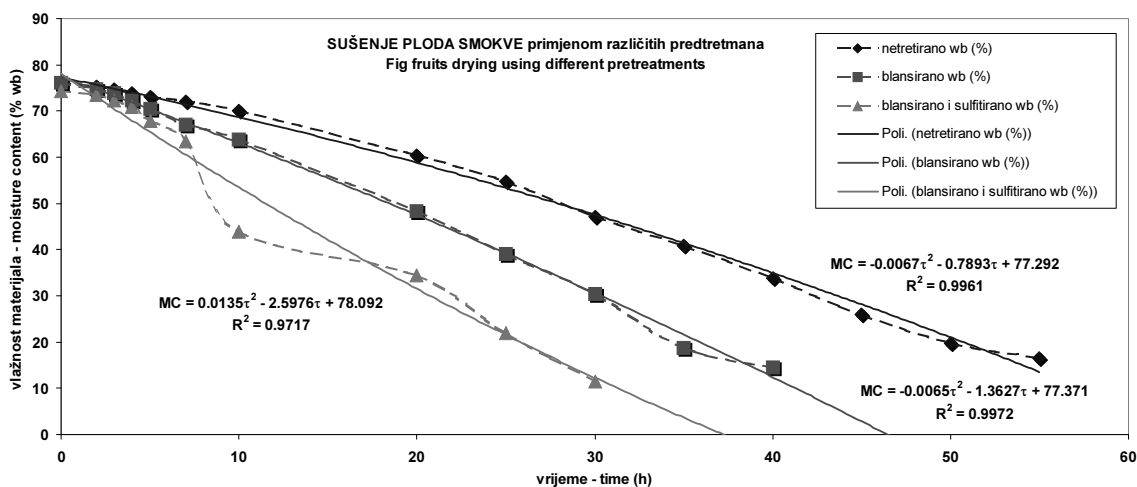
### Rezultati i rasprava

Početna vlažnost ploda smokve sorte Zamorčica kretala se u rasponu od 72,63 do 80,22 % (vlažna baza), u prosjeku je iznosila 76,11 % ( $n = 50$ ). Različito tretirani plodovi smokve sušeni su na različite izlazne prosječne vlažnosti: netretirani plodovi 16,61 % ( $n = 30$ ), u rasponu od 15,21 do 17,34 %; blanširani plodovi 14,52 % ( $n = 30$ ), u rasponu od 13,66 do 15,48 %; blanširani i sulfitirani plodovi 11,42 % ( $n = 30$ ), u rasponu od 10,07 do 13,11 %.

Krivulje sušenja ploda smokve sorte Zamorčica primjenom različitih predtretmana (slika 2.) pokazuju da je vrijeme sušenja najduže kod netretiranog ploda, a odvija se prema jednadžbi  $MC = -0,0067 \tau^2 - 0,7893 \tau + 77,292$  uz vrlo visoki koeficijent determinacije  $R^2 = 0,9961$ . Potom slijedi vrijeme sušenja blanširanog ploda koje se odvija prema jednadžbi  $MC = -0,0065 \tau^2 - 1,3627 \tau + 77,371$  uz također vrlo visoki koeficijent determinacije  $R^2 = 0,9972$ . Najkraće vrijeme sušenja bilo je blanširanog i sulfitiranog ploda prema jednadžbi  $MC = 0,0135 \tau^2 - 2,5976 \tau + 78,092$  uz visoki koeficijent determinacije  $R^2 = 0,9717$ . Deriviranjem navedenih jednadžbi dobivaju se slijedeći izrazi:  $MC' = -0,0134 \tau - 0,7893$  – netretirani plod;  $MC' = -0,0130 \tau - 1,3627$  – blanširan plod;  $MC' = 0,0270 \tau - 2,5976$  – blanširan i sulfitiran plod.

Tablica 1. Osnovne dimenzije ploda smokve sorte Zamorčica

	Masa (gram)	Duljina L (mm)	Širina W (mm)
plod smokve sorte Zamorčica			
Prosjek ( $n = 300$ kom.)	33.71	44.53	42.09
Minimum	28.23	34.17	31.51
Maksimum	64.11	56.12	55.13
Raspon	35.88	21.95	23.62
Std. odstupanje	11.74	10.18	11.34
Varijanca	137.89	103.54	128.60



Slika 2. Prikaz sušenja ploda smokve sorte Zamorčica primjenom različitih predtretmana

Usporedbom navedenih derivacija, odnosno njihovih koeficijenata, pouzdano se može zaključiti da se najbrže suši blanširan i sulfirani plod smokve, potom blanširan, a najsporije se suši netretirani plod smokve sorte Zamorčica.

### Zaključci

Plod smokve sorte Zamorčica može biti vrlo kvalitetno sušen u elementarnom sloju primjenom temperature od 60°C i brzine 1,0 (do 1,5) m/s radnog medija. Ulazna vlažnost radnog medija u sušnicu bila je u I. fazi  $\varphi = 45\%$ , a kada je vlažnost ploda bila oko 40% slijedila je II. faza  $\varphi = 30 - 35\%$ . Početna vlažnost ploda smokve sorte Zamorčica bila je u prosjeku 76,11% (vlažna baza). Primjenom različitih predtretmana u postupku sušenja ploda smokve sorte Zamorčica moguće je skratiti vrijeme sušenja. Primjenom blanširanja i sulfiranja vrijeme sušenja (usporedna točka - vrijeme sušenja = 30 sati) je skraćeno za 75,71%, a primjenom samog blanširanja za 35,31% u odnosu na sušenje netretiranog ploda smokve sorte Zamorčica. Vrijeme sušenja blanširanog i sulfiranog ploda kraće je za 62,46% u odnosu na vrijeme sušenja blanširanog ploda smokve sorte Zamorčica.

### Literatura

- AOAC, (1990). Official method of analysis. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, USA.
- Okos, M.R., Narsimhan, G., Singh R.K., Weitnauer, A.C. (1992.): Food dehydration. Handbook of food engineering, Marcel Dekker, New York (1992).
- Park, K.J., Vohnikova, Z., Brod, F.P.R. (2002.): Evaluation of drying parameters and desorption isotherms of garden mint leaves (*Mentha crispa* L), Journal of Food Engineering 51, 193-199.
- Plietić, S., Dobričević, N. (2006.): Sušenje lista paprene metvice (*Mentha piperita*) u elementarnom (tankom) sloju, Sjeminarstvo, 23, 2, 149-159.
- Piga, A., Pinna, I., Ozer, K.B., Agabbio, M.C.S., Aksoy, U. (2004.): Hot air dehydration of figs (*Ficus carica* L.), International Journal of Food Sciences & Technology, 39, 7, 793 - 799.
- Vego, D. (2009.): Tenica najčešća sorta smokava u Hercegovini, Časopis Green Garden, IX., 64., 9-10, 23, Široki Brijeg, BiH

s22012\_0908

# Change of plum puree rheological parameters during storage in the freezer

Maja ERGOVIĆ RAVANČIĆ<sup>1</sup>, Valentina OBRADOVIĆ<sup>1</sup>, Svjetlana ŠKRABAL<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Veleučilište u Požegi, Vukovarska 17, 34000 Požega, Hrvatska  
(e-mail: mergovic@vup.hr)

<sup>2</sup> Zvečevo d.d., Kralja Zvonimira 1, 34000 Požega, Hrvatska

## Abstract

Research was conducted on plum puree (*Prunus domestica L.*) of cultivar “Bistrica” grown in the Slavonija region (Croatia). Rheological properties were measured during storage period of 6 months. Samples were stored in freezer on  $-18^{\circ}\text{C}$ . First series of samples was cooked up to 30% of dry matter. To the second series of samples sucrose was added (50 % of the mass of puree) and was cooked up to 70 % of dry matter. Measurements of rheological properties were carried out by rotation Rheometer at  $40^{\circ}\text{C}$ , and shear rates  $0-60\text{ s}^{-1}$ . There was a change of rheological parameters of samples with and without the addition of sucrose. Values of flow behavior index and flow consistency coefficient were within the limits for pseudoplastic systems.

Key words: plum, rheology, storage, dry matter, sucrose

## Promjena reoloških parametara kaše šljive tijekom skladištenja u zamrzivaču

### Sažetak

Istraživanje je provedeno sa kašom šljiva (*Prunus domestica L.*) sorte “Bistrica” uzgojene u Slavoniji (Hrvatska). Mjerena su reološka svojstva kaše tijekom 6 mjeseci skladištenja u zamrzivaču na  $-18^{\circ}\text{C}$ . Tijekom mjeseci mjerena su dva uzorka. Prvi uzorak je ukuhavan do 30% suhe tvari, dok je drugome dodano 50 % saharoze na ukupne mase uzorka te je uzorak ukuhavan do 70% suhe tvari. Reološka svojstva su određivana na rotacijskom reometru na  $40^{\circ}\text{C}$ , pri brzinama smicanja od 0 do  $60\text{ s}^{-1}$ . Zabilježena je promjena reoloških svojstava ukuhane kaše sa i bez dodatka saharoze tijekom skladištenja u odnosu na početni uzorak. Vrijednosti indeksa tečenja i koeficijenta konzistencije nalazi se u granicama za pseudoplastične sustave.

Ključne riječi: šljiva, reologija, skladištenje, suha tvar, saharoza

### Introduction

A plum (*Prunus domestica*) is a fruit with a lot of varieties. They vary in season, size, color and taste. Plums constitute the most numerous and diverse group of tree species. The immense variety of plums, the distribution of the fruit through a wide area, and its adaptability to varying conditions make it, not only of great importance at present, but also for future development (Blažek, 2007). Plums also have the potential to contribute greatly to human nutrition because of their richness in fibre and antioxidants (Kim et al., 2003.). Individual phenolics showed characteristic antioxidant capacities (Heo et al., 2007.).

This research was conducted on plum puree of cultivar “Bistrica” grown in the Slavonija region (Croatia). “Bistrica” plum has dark blue skin and yellow flesh. It has excellent quality and flesh is easily separated from the seeds. Main local cultivar “Bistrica” is extremely susceptible to plum pox virus and many trees decayed. (Čmelik, 2007.).

Plum puree is semi – product which is a base for production of many products based on the plums. Semi – products usually need to be stored for a certain time before processing into final products. Fresh fruit need to be preserved from degradative changes they are submitted to, because of the lack of infrastructural objects and appropriate capacities (Piližota, 1997.). Freezing makes possible to preserve food during much longer period because freezing stops all chemical, biochemical and microbiological processes (Lovrić and Piližota, 1994.). In puree are often added different sugars which not only increase dry matter content, but also positively affect fullness, viscosity and density of semi-product.

Knowledge of the rheological properties of fruit derivatives is essential for design of food processing equipment, quality control, consumer acceptability and better understanding of product structures (Guerrero and Alzamora, 1997.). The establishment of the product or semi processing based on it's rheological properties is done on the basis of rheological parameters of flow behavior index (n) and consistency coefficient (k) (Lovrić, 2003.).

The primary objective of this research was to determinate how storage in the freezer and increase of dry matter by cooking or by adding sucrose affect rheological parameters of plum puree.

### Materials and methods

Fresh plums of the “Bistrica” variety in technological maturity were used. The seeds and skin were removed, than the plums were cut into small pieces and milled by stick blender. The puree was filled into 500 ml plastic bottles and stored during 6 months in the freezer. Following parameters were investigated: dry matter, soluble solids, total acidity and reducing sugars expressed as natural and total invert. Determination of dry matter was conducted by drying at 105°C until constant mass (AOAC, 1995.). Determination of soluble solids was done by reading from the refractometer scale (AOAC, 1995.). Determination of total acidity was based on potentiometric titration with 0.1 M solution of sodium hydroxide (AOAC, 1995.). Determination of reducing sugars by Luff solution was based on the principal that in determined conditions reducing sugars (natural invert) converted  $\text{CuSO}_4$  from the Luff solution into  $\text{Cu}_2\text{O}$ . Unspent amount of cupric ion was re-titrated with tyosulfate solution. From difference of consumption for blind trial and sample, quantity of sugars was read from tables. Unreduced disaccharide (sucrose) first had to be inverted on reducing monosaccharide by acid, and then it was determined by Luff solution (total invert). Difference between obtained total invert and natural invert gave quantity of reducing sugars developed by sucrose inversion (AOAC, 1995.).

The rological properties were measured each month by rotation rheometer, model VT 550 362-0001 HAAKE with concentric cylinders. The rheometer was connected with computer equipped with RheoWin Pro 2.91 software, leading the measurements and doing data analysis. The measurement were carried out at 40°C, at shear rates 0 – 60  $\text{s}^{-1}$ . For each shear rate computer recorded shear stress which was provided by the plum puree during rotation of the measuring cylinder of the rheometer. The data were processed by Microsoft Excel program, using linear regression. Rheological parameters flow behaviour index (n) and consistency coefficient (k) were determined with :  $\tau=k \cdot D^n$  , where:  $\tau$ -shear stress, k-consistency coefficient, D-shear rate and n-flow behaviour index. Each month one sample was taken from the freezer. After thawing and reaching room temperature solublesolids of sample was determined. Than, sample was devided in two parts. First part was cooked up to 30 % of dry matter, to second sample sucrose was added (50 % of the sample mass) and than it was cooked up to 70 % of dry matter. Rheological parameters were determined for both samples. Relation between shear rate and shear stress were presented graphically and determination coefficient ( $R^2$ ) was calculated for each curve.

### Results and discussion

Dry matter, total soluble solids, total acidity, natural invert and total invert were determined in fresh plums puree. The results are shown in Table 1; and are consistent with the results presented by Družić et al. (2007.) and Voća et al. (2009.).

Rheological properties of the plums puree stored during period of 6 months in the freezer are presented in Figures 1 and 2. Figure 1 shows rheological properties of plum puree cooked up to 30% of dry matter, and Figure 2 shows rheological properties of plum puree with the addition of sucrose, cooked up to 70 % of dry

## Convective drying of fig fruits (*Ficus carica* L.) cultivar Zamorčica in thin layer

matter. It can be seen that freezing caused decrease of shear stress values in all samples compared with starting sample.

Shear stress values were higher in samples with the addition of sucrose (starting value at the shear rate  $60 \text{ s}^{-1}$  is 170 Pa), in relation to samples without the addition of sucrose (starting value at shear rate  $60 \text{ s}^{-1}$  is 105 Pa). There were no regular changes in the shear stress values during 6 months storage period. Shape of the curve shows that plum puree is pseudoplastic system, and that behavior remains regardless of storage time and dry matter content.

Table 1. Basic chemical composition of plum puree before storage in freezer

Dry matter (%)	Total soluble solids (%)	Total acidity (mmol/100 g)	Natural invert (%)	Total invert (%)
17.48	16.92	5.04	5.2	13.4

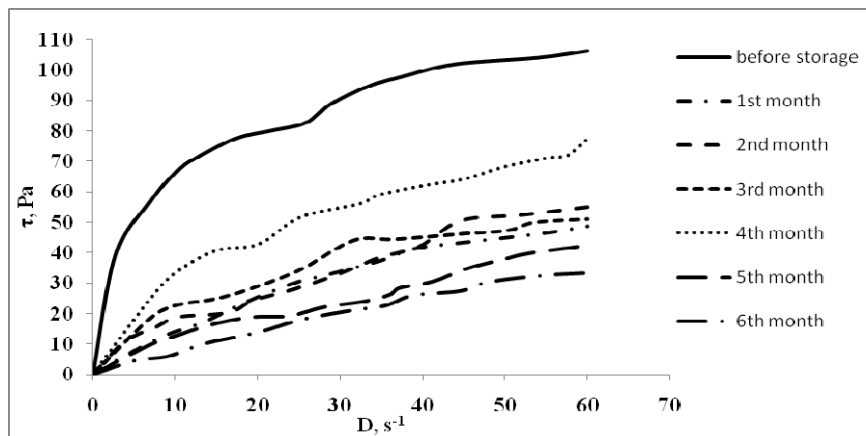


Figure 1. Rheological properties of plum puree cooked up to 30 % of dry matter during 6 months storage period

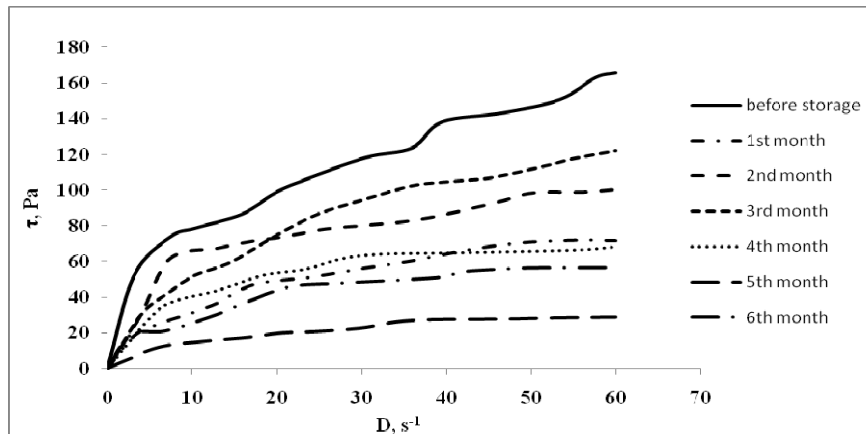


Figure 2. Rheological properties of plum puree with the addition of sucrose during 6 months storage period

As shown in Table 2; flow behavior index values are within 0 and 1 (0,313-0,870), characteristic for pseudoplastic systems. Plum puree before cooking had the highest values of flow behavior index and the lowest values of consistency coefficient. Increase of dry matter content before storage caused decrease of flow behavior index value and increase of consistency coefficient value. During 6 months storage period values of consistency coefficient vary from  $1,013 \text{ Pas}^n$ - $10,371 \text{ Pas}^n$  for plum puree cooked up to 30 % of dry matter, and from  $5,356 \text{ Pas}^n$ - $20,132 \text{ Pas}^n$  for plum puree with the addition of sucrose.

Table 2. Rheological parameters of plums puree during storage time

	Sample	Flow behavior index, n	Consistency coefficient, k (Pas <sup>n</sup> )	Coefficient of determination, R <sup>2</sup>
Before storage	Plum puree	0,723	1,255	0,985
	Plum puree+sucrose	0,862	0,358	0,949
	Plum puree, cooked	0,250	38,282	0,966
1st month	Plum puree+sucrose, cooked	0,388	32,077	0,984
	Plum puree, cooked	0,751	2,498	0,987
2nd month	Plum puree+sucrose, cooked	0,474	10,940	0,989
	Plum puree, cooked	0,618	4,261	0,974
3rd month	Plum puree+sucrose, cooked	0,428	18,510	0,941
	Plum puree, cooked	0,498	6,908	0,974
4th month	Plum puree+sucrose, cooked	0,514	15,440	0,991
	Plum puree, cooked	0,485	10,371	0,988
5th month	Plum puree+sucrose, cooked	0,313	20,132	0,963
	Plum puree, cooked	0,668	2,587	0,975
6th month	Plum puree+sucrose, cooked	0,425	5,356	0,985
	Plum puree, cooked	0,870	1,013	0,991
	Plum puree+sucrose, cooked	0,393	11,967	0,969

### Conclusion

Plum puree shows characteristics of pseudoplastic system during storage period of 6 months regardless to dry matter content achieved after cooking and the addition of sucrose. Puree showed highest values of shear stress before cooking and storage, together with the highest values of flow behavior index and the lowest values of consistency coefficient. Changes of previously mentioned parameters after cooking are consequence of thermal treatment. Flow behavior index values during all 6 months were higher for plum puree cooked up to 30 % of dry matter than for puree with the addition of sucrose.

### References

- AOAC. (1995). Official methods of analysis (16<sup>th</sup> ed.). Washington, DC: Association of official analytical chemistry.
- Blažek, J. (2007). A survey of the genetic resources used in plum breeding. *Acta horticulturae*. 734:31 – 45.
- Čmelik Z., Družić Orlić J., Duralija B., Tonjko S., Strikić F. (2007). Growth and yield of Plum Trees "Felsina", "Top" and "Elena" grafted on GF 655/2. *Acta Horticulturae*, 734 (1):337-339.
- Družić J., Voća S., Čmelik Z., Dobričević N., Duralija B., Skendrović Babojelić M. (2007). Fruit quality of plum cultivars „Elena“ and „Bistrica“. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 72(2):307-310.
- Guerrero S. N., Alzamora S. M. (1998). Effect of pH, temperature and glucose addition on flow behaviour of fruit purees. I. Banana puree. *Journal of food Engineering*, 37:77 – 101.
- Heo H. J., Young J. K., Chung D., Kim D. O. (2007). Antioxidant capacities of individual and combined phenolics in a model system. *Food chemistry*. 104(1):87 – 92.
- Kim D. O., Chun O. K., Kim Y. J., Moon, H.Y., Lee C. Y. (2003). Quantification of polyphenolics and their antioxidant capacity in fresh plums. *Journal of agricultural and food chemistry*. 51:6509 – 6515.
- Lovrić T. (2003). *Procesi u prehrambenoj industriji s osnovama prehrambenog inženjerstva*, Hinus, Zagreb.
- Lovrić T., Piližota V. (1994). Konzerviranje i prerada voća i povrća. *Globus*, 27, 82.
- Piližota V. (1997). Prerada voća i povrća. *Hrvatska poljoprivreda na raskrižju*. 156-160.
- Voća S., Galić A., Šindrak Z., Dobričević N., Plietić S., Družić J. (2009). Chemical composition and antioxidant capacity of three plum cultivars. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 74(3):273-276.

sa2012\_0909

**a**

ABIČIĆ Ivan, 289  
 ALIU Sali, 270, 308  
 ANDABAK Ante, 150, 188  
 ANDREATA KOREN Marcela, 106, 449, 454  
 ANDRIĆ Luka, 526  
 ANDRIJAŠEVIĆ Davorin, 624  
 ANIČIĆ Ivica, 600, 634  
 ANTOLOVIĆ Mara, 573  
 ANTOLOVIĆ Nenad, 573  
 ANTUNOVIĆ Manda, 502  
 ANTUNOVIĆ Zvonko, 645, 650  
 ARSENE Gicu–Gabriel, 98  
 ATANACKOVIĆ Zoran, 767, 779, 784  
 ATES Fadime, 762  
 AUGUSTINOVIĆ Zvezdana, 454, 464  
 AYTASHEVA Zaure, 261

**b**

BABIĆ Ivan, 619  
 BAGO Silvia, 111  
 BAISEYITOVA Saendygul, 261  
 BAJTO Željka, 654  
 BALMUŞ Zinaida, 405  
 BAN Dean, 65, 410  
 BANOŽIĆ Nikola, 637  
 BANJAC Borislav, 265, 313  
 BARAĆ Zdravko, 693, 745  
 BAREITH Tibor, 249  
 BARSAN Simona–Clara, 459  
 BATELJA LODETA Kristina, 170  
 BAUMAN Ingrid, 141  
 BAVEC Franc, 368, 558  
 BAVEC Martina, 368, 558  
 BECK Relja, 619  
 BELESKI Klime, 757  
 BENKO Božidar, 373, 378, 396, 400, 432, 441  
 BENSA Aleksandra, 35, 116  
 BERAKOVIĆ Ivica, 526  
 BERAR Viorel, 383  
 BERBECEA Adina, 48, 78  
 BERENJI Janoš, 424  
 BERTIĆ Vedran, 654  
 BESEK Zdenko, 502  
 BEŠLIĆ Zoran, 751, 771, 792  
 BEUKOVIĆ Dejan, 684  
 BIBERDŽIĆ Milan, 488  
 BILIĆ Mate, 561  
 BIRKÁS Márta, 492  
 BITEA Nicoleta, 352  
 BJEDOV Siniša, 684  
 BLAGOJEVIĆ Ivana, 424  
 BLAŽEKOVIĆ–DIMOVSKA Dijana, 388  
 BLAŽINKOV Mihaela, 106  
 BOBANOVIĆ Joško, 595  
 BODIŠ Ilonka, 44  
 BODROŽA–SOLAROV Marija, 414  
 BOGDANOVIĆ Darinka, 429  
 BOIĆ Mirko, 483  
 BOKAN Nataša, 244  
 BOKAN Nikola, 331  
 BOLOTIN Jakša, 573  
 BONAČIĆ Kruno, 591  
 BOROŠIĆ Josip, 373, 378, 441  
 BORZA Iacob, 48  
 BOSKOV Krum, 757

BOŠKOVIĆ Ivica, 577  
 BOŠKOVIĆ Ivica, 619  
 BOŠNJAK Krešimir, 70, 565, 722  
 BOTNARENCO Pantelimon, 405  
 BOŽAC Romano, 121, 710, 714  
 BOŽIĆ Miroslav, 3  
 BOŽINOVIĆ Sofija, 304  
 BRAJKOVIĆ Joso, 582  
 BRANKOV Milan, 40, 56, 126  
 BRANKOVIĆ Gordana, 304  
 BREZOVEČKI Andreja, 722  
 BRKIĆ Ivan, 335  
 BROČIĆ Zoran, 530  
 BUBALO Dragan, 582  
 BUDIMIR Ankica, 483  
 BUDOR Ivica, 577  
 BUNESCU Horia, 44  
 BUTORAC Jasminka, 454, 464

**c**

ČAKA Hajrulla, 270  
 ČARMAN Kazim, 517  
 CERJAK Marija, 170, 231  
 CHAUSSOD Remi, 94  
 CIULCA Adriana, 352  
 CONIDES Alexis, 586, 595  
 CORADINI Cristina, 352  
 CORADINI Renato, 437  
 CREVAR Miloš, 327  
 CRISTA Florin, 48, 78, 98  
 CRNČAN Ana, 155  
 CVIJANOVIĆ Drago, 294

**č**

ČAČIĆ Mato, 659  
 ČAGALJ Mateja, 722  
 ČAMDŽIJA Zoran, 327, 474  
 ČAVLEK Miroslav, 469, 483  
 ČERVAR Aleksej, 175  
 ČERVENSKI Janko, 392  
 ČMELIK Zlatko, 60  
 ČUBRIĆ ČURIK Vlatka, 659  
 ČUKANOVIĆ Jelena, 424  
 ČUPIĆ Tihomir, 347  
 ČURIK Ino, 659

**ć**

ĆAVAR Suzana, 645  
 ĆIRKOVIĆ Bratislav, 771  
 ĆOTA Jelena, 392  
 ĆOTA Josip, 392

**d**

DADAČEK Nada, 449  
 DARDIĆ Mile, 429  
 DEGMEČIĆ Dražen, 577  
 DELIĆ Nenad, 304  
 DEMIR Fikret, 517  
 DEVČIĆ Mato, 483  
 DEŽE Jadranka, 155, 160  
 DIMITRIJEVIĆ Miodrag, 265, 313  
 DIMOVSKA Violeta, 757  
 DJEKIĆ Vera, 90, 294  
 DJERMANOVIĆ Vladan, 669  
 DJOGIĆ Zoran, 812

## Author Index

DJORDJEVIĆ Natasa, 669  
DJORDJEVIĆ Boban, 812  
DJURDJEVIĆ Vladimir, 784  
DOBRIČEVIĆ Nadica, 396, 400, 826, 835  
DODIG Dejan, 539  
DOLIJANOVIĆ Željko, 51, 126, 497, 530  
DRAGIČEVIĆ Vesna, 40, 56, 126, 474  
DRAŽIĆ Marica Maja, 582  
DREZNER Georg, 289, 299  
DRŽAIĆ Valentino, 674  
DUGALIĆ Krunoslav, 817  
ĐUKIĆ Dragutin, 543  
DUMANOVIĆ Zoran, 275  
DUMIČIĆ Gvozden, 410  
DURAKOVIĆ Lejla, 679  
DURAKOVIĆ Senadin, 679  
DURALIJA Boris, 803  
DUVNJAK Tomislav, 340  
DVOJKOVIĆ Krešimir, 289

### đ

ĐEKIĆ Vera, 318, 322, 478, 488, 548, 553, 664  
ĐELOVIĆ Mustafa, 392  
DERMANOVIĆ Vladan, 664  
ĐURINIĆ Branko, 373  
ĐUROVIĆ Dejan, 812  
ĐUROVIĆ Dragan, 331, 512  
ĐUROVKA Mihal, 419

### e

ELEZI Fetah, 308  
ERGOVIĆ RAVANČIĆ Maja, 839  
ERJAVEC Emil, 3  
ERŐS–HONTI Zsolt, 359  
EVAČIĆ Martin, 507

### f

FABEK Sanja, 378, 400, 432, 441  
FABIJANIĆ Nera, 634  
FETAHU Shukri, 270, 308  
FILIP I Janja, 582  
FILIPOVIĆ Milomir, 275  
FILIPOVIĆ Vladimir, 284  
FLORIAN Teodora, 44  
FLORIJAČIĆ Tihomir, 577, 619  
FRANIĆ Ramona, 150, 212

### g

GAČIĆ Ana, 424  
GAICA Ionel, 48  
GALIĆ Ante, 396, 826, 835  
GALOVIĆ Stjepan, 507  
GASHI Bekim, 308  
GAŠPAROVIĆ Ana, 788  
GAVRILOVIĆ Ana, 586, 591, 595  
GILLE Elvira, 405  
GLAMOČIĆ Dragan, 684  
GLAMOČLIJA Đorđe, 322, 539  
GLAVAŠ–TOKIĆ Renata, 502  
GLAVIĆ Nikša, 573  
GOLEMAC Ana, 378  
GONCEARIUC Maria, 405  
GORETA BAN Smiljana, 170, 410  
GRČIĆ Nikola, 304, 327  
GREGER Željka, 507

GREGIĆ Ivan, 165  
GRGIĆ Ivo, 239  
GROBELNIK MŁAKAR Silva, 368  
GRŠIĆ Kristina, 469, 483  
GRUBEŠIĆ Marijan, 614  
GUBERAC Vlado, 280, 289  
GUGIĆ Josip, 170, 212, 239  
GVOZDANOVIĆ–VARGA Jelica, 392  
GYURICZA Csaba, 492

### h

HADELAN Lari, 231  
HAJENIĆ Marko, 710  
HARAMIJA Josip, 280  
HERAK ČUSTIĆ Mirjana, 400  
HORVAT Dijana, 280  
HORVAT Dražen, 507  
HORVAT Šandor, 688  
HUSNJAK Stjepan, 60

### i

ILAK PERŠURIĆ Anita Silvana, 175, 179, 183  
ILIĆ Zoran S., 414, 419  
ILIEVA Fidanka, 757  
ILIN Žarko, 429  
ILJKIĆ Dario, 522  
INĐIĆ Dušanka, 548, 553  
IRGOLIĆ Aleš, 222  
IVANEK–MARTINČIĆ Marijana, 454  
IVANIŠEVIĆ Dragoslav, 779  
IVANKOVIĆ Ante, 688  
IVANKOVIĆ Ante, 718  
IVANOVA Violeta, 757  
IVANOVIĆ Milan, 86  
IVKOVIĆ Mirko, 684

### j

JAKOP Dejan, 368  
JAKOPOVIĆ Tomislav, 718  
JÁSZBERÉNYI Csilla, 359  
JAUK Miroslava, 624  
JELEN Roman, 74  
JELIĆ Miodrag, 90, 102, 488, 512, 522  
JEVDJOVIĆ Radosav, 284  
JEŽ ROGELJ Mateja, 188  
JOKIĆ Stela, 561  
JOLÁNKAI Márton, 492  
JOVANOVIĆ Života, 275, 497  
JOVIČIĆ Daria, 86  
JOVOVIĆ Zoran, 530  
JUG Danijel, 497  
JUG Irena, 51, 56, 497  
JUG–DUJAKOVIĆ Jurica, 586, 591, 595  
JUKIĆ Dario, 624  
JUNGIĆ Danijela, 65  
JURAKOVIĆ Linda, 179  
JURKOVIĆ Vlatka, 335  
JURKOVIĆ Zorica, 14, 335, 817

### k

KADAR Imre, 14  
KA IĆ Ana, 693, 701  
KA IĆ Dubravka, 697  
KALIT Samir, 697  
KALIT TUDOR Milna, 697



## Author Index

KAMENJAK Dragutin, 74  
KANDIĆ Vesna, 304, 327, 539  
KAPETANOVIĆ Damir, 591  
KAPOULAS Nikolaos, 419  
KARA Zeki, 762  
KARALIĆ Krunoslav, 14  
KASAP Ante, 693, 701  
KATUŠIĆ Javor, 502  
KELAVA Nikolina, 718  
KELEKOVIĆ Snježana, 561  
KELMENDI Besa, 270  
KEZIĆ Nikola, 582  
KISIĆ Ivica, 74  
KLAPEC Tomislav, 645  
KLARIĆ Ivana, 737  
KLEMENIĆ Danijel, 788  
KLIR Željka, 645, 650  
KMECL Veronika, 705  
KNEŽEVIĆ Desimir, 512, 522  
KNEŽEVIĆ Jasmina, 522  
KOCEVSKI Dragana, 507  
KORACA Kazimir, 378  
KORAC Nada, 779  
KOS Ivica, 121, 710, 714  
KOVAČEVIĆ Dragan, 474  
KOVAČEVIĆ Dušan, 51, 126, 497  
KOVAČEVIĆ Josip, 289  
KOVAČEVIĆ Vlado, 14, 522  
KÖVÉR György, 249  
KOŽUL Valter, 573  
KRALIK Davor, 86  
KRALJEVIĆ-BALALIĆ Marija, 102  
KRAPAC Marin, 217  
KRAPINEC Krešimir, 614, 619  
KRESOVIĆ Branka, 40  
KRIEVIŃA Agnese, 198  
KRISTEK Andrija, 502, 507  
KRISTEK Suzana, 502, 507  
KRISTIĆ Jelena, 198  
KRISTL Janja, 830  
KRIZMANIĆ Goran, 526  
KRIŽEK Ivan, 737  
KRKLEC Kristina, 116  
KRVAVICA Marina, 674  
KULJANČIĆ Ivan, 792  
KUTNJAK Hrvoje, 70, 565, 722  
KVATERNJAK Ivka, 74, 106

## I

LALIĆ Alojzije, 289  
LAŃO Alina, 48, 78, 98  
LAŃO K., 78  
LEDENČAN Tatjana, 335  
LEPEDUŠ Hrvoje, 817  
LETO Josip, 70, 565, 722  
LIČINA Vlado, 767  
LISJAK Miroslav, 130  
LONČARIĆ Ružica, 198, 202  
LONČARIĆ Zdenko, 14  
LUCA Emil, 459

## Ij

LJUBENKOV Boško, 373  
LJUBIČIĆ Ana, 586  
LJUBIČIĆ Nataša, 313  
LJUBOJEVIĆ Mirjana, 424

## m

MAČEŠIĆ Dubravko, 637  
MADIĆ Milomirka, 488, 512, 522  
MADOSA Emilian, 352  
MAJHEN Marina, 81  
MAJNARIĆ Dario, 624  
MAKSIMOVIĆ Ivana, 130, 429  
MALIQI Nevzad, 270  
MANDIĆ Leka, 543  
MARAKOĞLU Tamer, 517  
MARENČIĆ Dejan, 718  
MARIĆ Sonja, 299  
MARINKOVIĆ Dušan, 414  
MARKOVIĆ Jasmina, 284  
MARKOVIĆ Nebojša, 767  
MARTINEC Jasmina, 826, 835  
MASHKEYEV Auez, 261  
MASON Stephen C., 24  
MATIJAŠEVIĆ Saša, 751, 771, 792  
MATOŠA Maja, 340  
MATOTAN Zdravko, 280  
MATULIĆ Daniel, 600, 634  
MAZZARIOL Filippo, 207  
MEHIĆ Denis, 160  
MESARIĆ Jurica, 714  
MESIĆ Josip, 775, 788  
MESIĆ Željka, 188  
MIHALJEVIĆ Ines, 817  
MIHIĆ Đurđica, 86  
MIJIĆ Pero, 160  
MIKUŠ Josip, 586  
MIKUŠ Ornella, 150  
MILENKOVIĆ Lidija, 414, 419  
MILIĆ Vesna, 497  
MILIVOJEVIĆ Jasminka, 812  
MILIVOJEVIĆ Jelena, 90, 478, 488, 548  
MILLAKU Fadil, 308  
MILOŠEVIĆ Drago, 318  
MILOVANOVIĆ Milivoje, 294, 478  
MILOVANOVIĆ Miloje, 318, 322  
MIOČ Boro, 674, 693, 701, 710, 714, 727, 745  
MIRJANIĆ Goran, 605  
MIRJANIĆ Goran, 610  
MIRJANIĆ Jelena, 86  
MIROSAVLJEVIĆ Milan, 130  
MISIMOVIĆ Milutin, 807  
MITRIĆ Siniša, 605  
MITROVIC Sreten, 669, 664  
MIZIK Tamás, 198  
MLADENOVIĆ Emina, 424  
MLADENOVIĆ Mića, 610  
MLADENOVIĆ DRINIĆ Snežana, 327, 474  
MOMIROVIĆ Nebojša, 530  
MRKONJIĆ-FUKA Mirna, 679, 697  
MURŠEC Mateja, 94

## n

NEAČŠU Alina, 98  
NEDANOV Aleksandar, 212  
NEDIĆ Ilija, 227  
NÉMETH Éva, 359  
NIKOLIĆ Dragan, 779  
NIKOLIĆ Miroslav, 535  
NIKOLIĆ Olivera, 102, 488  
NIKŠIĆ Ana, 207  
NIKŠIĆ Ana, 654  
NINČEVIĆ Tonka, 35  
NIŃĂ L., 78

## Author Index

NOVAKOVIĆ Mateja, 70  
NOVOSELEC Josip, 645, 650  
NOVOSELOVIĆ Dario, 289, 299

### O

OBRADOVIĆ Valentina, 839  
OFNER Albert, 614  
OGNJANOV Vladislav, 424  
OLJAČA Snežana, 51, 497  
OPLANIĆ Milan, 217  
OREHOVAČKI Vesna, 106  
OREPIĆ Manuela, 595  
OROSZ Ferenc, 363  
OZIMEC Siniša, 577

### P

PANDUREVIĆ Tatjana, 664  
PARADIKOVIĆ Nada, 280  
PAUNOVIĆ Aleksandar, 488, 512, 522  
PAVIĆ Valentina, 645  
PAVIĆ Vesna, 693, 701, 727, 745  
PAVLOV Jovan, 304  
PAŽEK Karmen, 222  
PERČULIJA Goran, 70, 565, 722  
PERIĆ Vesna, 474  
PERIŠIĆ Vladimir, 294, 553  
PETEK Marko, 378  
PETKOVIĆ Danijela, 235  
PETRESCU Irina, 437  
PETROVIĆ Sofija, 265, 313  
PINTIĆ Vinko, 718  
PINTIĆ PUKEC Nataša, 106  
PINTUR Krunoslav, 619, 624  
PIRIA Marina, 600, 634  
PIVIĆ Radmila, 543  
PLAVŠIĆ Hrvoje, 526  
PLIESTIĆ Stjepan, 396, 826, 835  
POLERECZKI Zsolt, 249  
POLOVINSKI HORVATOVIĆ Miroslava, 684  
POP Ioana, 732  
POPOVIĆ Brigita, 14  
POPOVIĆ Nina, 619  
POPOVIĆ Svetislav, 347  
PÓSA Barnabás, 492  
POSPIŠIL Ana, 565  
POSPIŠIL Milan, 454, 464  
POŠTA Gheorghe, 383  
POŠTIĆ Dobrivoj, 51, 530  
PRĐUN Saša, 637  
PROKOPOVIĆ Damir, 624  
PRPIĆ Zvonimir, 674, 727, 745  
PULKO Borut, 797  
PUSCAS Ancuta-Maria, 459  
PUSTA Dana, 732  
PUŠKAR Boris, 817  
PUTNIK-DELIĆ Marina, 130

### Q

QUARRIE Steve, 539

### R

RADENOVIĆ Čedomir, 275  
RADIVOJEVIĆ Dragan, 812  
RADOJEVIĆ Ivana, 779  
RADOVIĆ Vera, 664

RADOVIĆ Višnja, 629  
RADULOV Isidora, 48, 78  
RAFJLOVSKA Vesna, 388  
RAJIĆ Milica, 134  
RAKETIĆ Branislav, 235  
RAMLJAK Jelena, 688  
RANKOVIĆ-VASIĆ Zorica, 771, 779, 784, 792  
RANOGAJEC Ljubica, 155, 160  
RASPUDIĆ Emilija, 410  
RASTIJA Mirta, 522  
RAŠIĆ Sanda, 111, 629  
REDNAK Miroslav, 3  
REDŽEPOVIĆ Sulejman, 679, 697  
ROZMAN Črtomir, 222  
RUBINIĆ Vedran, 35  
RUKAVINA Danijel, 141  
RUML Mirjana, 784  
RUNJIĆ Marko, 116  
RUSINOVCI Imer, 270, 308

### S

SABIR Ali, 762  
SAFNER Roman, 600, 634, 637  
SALA Florin, 48  
SALIHU Salih, 308  
SAMAC Danijela, 737  
SANTI Brunella, 207  
SAVIĆ Jasna, 535, 539  
SENČIĆ Đuro, 650, 737  
SEVER ŠTRUKIL Zdravka, 35, 116  
SHULEMBAYEVA Kulziya, 344  
SIKORA Sanja, 106  
SIMA Georgia Mihaela, 459  
SIMIĆ Jasmina, 807  
SIMIĆ Milena, 56, 40, 126, 275  
SINOSICH Romina, 179, 183  
SIVČEV Branislava, 779  
SKELIN Andrea, 679, 697  
SLADONJA Barbara, 217  
SLEZÁK Katalin, 363  
SLIJEPEVIĆ Vedran, 624  
SOBOLU Rodica, 732  
SOKOLOVIĆ Damir, 565  
SPAC Alexandru, 405  
SPASOJEVIĆ Igor, 40, 56, 126  
SRAKA Mario, 65  
SRAKA Mario, 81  
SRBINOSKA Marija, 388  
SRDIĆ Jelena, 275  
SREBRIĆ Mirjana, 474  
SREČEC Siniša, 141  
STAJNKO Denis, 821  
STALETIĆ Mirjana, 294, 318, 322, 478, 553, 548  
STANISAVLJEVIĆ Rade, 331  
STANKOVIĆ Goran, 327  
STANOJEVIĆ Ljiljana, 414  
STANOJKOVIĆ Aleksandar, 543  
STANOJKOVIĆ Aleksandra, 543  
STEINER Natalija, 737  
STEINER Zvonimir, 737  
STEVANOVIĆ Milan, 327, 474  
STEVANOVIĆ Vesna, 90, 318, 322, 478, 548, 553  
STEVOVIĆ Vladeta, 331  
STIPEŠEVIĆ Bojan, 51, 497  
STOJILJKOVIĆ Dragica, 134  
STRIBER Nikola, 60  
STROIA Ciprian, 98  
STUBLJAR Sanja, 378, 400, 432, 441  
SUDAR Rezica, 335, 561, 817

## Author Index

SUDARIĆ Aleksandra, 340, 561  
SUDARIĆ Tihana, 198, 202, 227  
SUMĀLAN Radu, 352  
SVITLICA Brankica, 775, 788  
SZAKÁLY Zoltán, 249  
SZENTE Viktória, 249  
SZIGETI Orsolya, 249

### Š

ŠEGON Petar, 432  
ŠEKULARAC Gordana, 134  
ŠIĆ ŽLABUR Jana, 396, 826, 835  
ŠIMEK Ruđer, 299  
ŠIMIĆ Branimir, 526  
ŠIMIĆ Domagoj, 335, 817  
ŠIMIĆ Gordana, 289  
ŠIMUNĐA Stjepan, 659  
ŠIRIĆ Ivan, 121, 710, 714  
ŠKORPUT Dubravko, 701  
ŠKRABAL Svjetlana, 839  
ŠNAJDER Ivica, 803  
ŠOKČEVIĆ Željka, 737  
ŠPERANDA Marcela, 645  
ŠPILJAK Silvija, 70  
ŠPOLJAR Andrija, 74  
ŠPOLJAREVIĆ Marija, 130  
ŠPREM Nikica, 600, 634, 637  
ŠTEFANIĆ Edita, 111, 629  
ŠTEFANIĆ Ivan, 165  
ŠTEFANIĆ Ivan, 207, 654  
ŠTOLFA Ivna, 130  
ŠTRAUS Saša, 558  
ŠUMBERA Nikolina, 454  
ŠUNIĆ Ljubomir, 414, 419  
ŠURINA Ružica, 464  
ŠURLAN-MOMIROVIĆ Gordana, 304  
ŠVAGAN Vanja, 821

### t

TABĀRĀ Valeriu, 437  
TANASKOVIĆ Snežana, 512  
TARNAWA Ákos, 492  
TEKLIĆ Tihana, 130  
TESKEREDŽIĆ Emin, 591  
TODIĆ Slavica, 751, 771, 792  
TOJNKO Stanislav, 830  
TOKUBAYEVA Anar, 344  
TOMAŠIĆ Goran, 650  
TOMIĆ Dalibor, 331  
TOMIĆ Marina, 231  
TOMLJANOVIĆ Tea, 600, 634  
TOŠIĆ Ivana, 429  
TOTH Nina, 373, 400, 432, 441  
TRAJKOVIĆ Ivana, 767  
TRAJKOVIĆ Radmila, 419  
TREER Tomislav, 600, 634  
TRUCCOLO Marcos Milani, 741  
TUCAK Marijana, 347  
TURK Jernej, 222  
TUTAVAC Josip, 141

### u

UHER Darko, 637  
UNUK Tatjana, 830  
URLIĆ Branimir, 410

### V

VALDHUBER Janez, 797  
VALIĆ Damir, 591  
VARDIĆ SMRZLIĆ Irena, 591  
VARGA Dániel, 359  
VARGA Ivana, 502  
VASIĆ Mirjana, 392  
VASIĆ RANKOVIĆ Zorica, 751  
VASILJEVIĆ Zorica, 235  
VELICEVICI Giancarla, 352, 437  
VELIĆ Darko, 561  
VEVERIS Armands, 254  
VIBOH Dario, 70  
VIDENOVIĆ Živorad, 275  
VIDIĆ Miloš, 807  
VIDOVIĆ Tomislav, 600  
VILJEVAC Marija, 817  
VINKOVIĆ Tomislav, 280  
VNUČEC Ivan, 674, 701, 727, 745  
VOĆA Sandra, 396, 826, 835  
VOLENIK Mirna, 340  
VOLK Tina, 3  
VRABEC Lucija, 449  
VRANIĆ Marina, 70, 565, 722  
VRATARIĆ Marija, 340  
VRBNIČANIN Sava, 40, 56  
VRDOLJAK Josip, 727  
VRHOVEC Renata, 121  
VRŠIĆ Stanko, 797  
VUJADINOVIĆ Mirjam, 784  
VUKOBRATOVIĆ Marija, 449  
VUKOBRATOVIĆ Želimir, 449  
VUKOJEVIĆ Dragana, 807  
VUKOSAVLJEVIĆ Vera, 771  
VUKOVIĆ Ana, 784  
VUKŠIĆ Marko, 86

### W

WEINGERL Vesna, 797

### Z

ZAHANEK Marijan, 483  
ZARIĆ Vlade, 235  
ZAVIŠIĆ Nada, 807  
ZDELIČAN Josip, 483  
ZEC ZRINUŠIĆ Sanja, 561  
ZEPA Cristina, 437  
ZEPA Roxana, 437  
ZIMA Dinko, 629  
ZMAIĆ Krunoslav, 202, 227  
ZRAKIĆ Magdalena, 239  
ZRINŠČAK Stanko, 775

### Ž

ŽANIĆ Katja, 410  
ŽGOMBA Ana, 70  
ŽIVANOVIĆ Tomislav, 102  
ŽUNIĆ Dragoljub, 771  
ŽUPANAC Gordana, 239  
ŽUTIĆ Ivanka, 432  
ŽUTINIĆ Đurđica, 244