

Povezanost učinka bakterizacije i rodnosti genotipova soje

Aleksandra SUDARIĆ, Marija VRATARIĆ, Tomislav DUVNJAK

Poljoprivredni institut Osijek, Južno predgrađe 17, 31000 Osijek, Hrvatska
(e-mail: aleksandra.sudaric@poljinis.hr)

Sažetak

Cilj istraživanja bio je procijeniti povezanost učinka bakterizacije i rodnosti genotipova soje. Učinkovitost bakterizacije bila je visoko značajno pozitivna kod svih ispitivanih genotipova soje, a prosječno povećanje vrijednosti analiziranih svojstava iznosilo je 21,3% za visinu biljke, 18,1% za broj mahuna, 16,6% za broj zrna, 23,7% za masu zrna, 4,9% za žetveni indeks te 14,1% za urod zrna. Dobiveni rezultati ukazali su na razlike između genotipova u iskoristivosti procesa simbiotske nitrofikacije, a kroz to na mogućnost korištenja ovog svojstva za daljnji genetski napredak kultivara soje. U oplemenjivanju soje, selekcija usmjerena na povećanje potencijala nitrofikacije germplazme soje imala bi ekonomsku i ekološku opravdanost u proizvodnji soje.

Ključne riječi: soja, bakterizacija, urod zrna, komponente uroda zrna, genetski napredak.

Interrelationship Between the Inoculation Effect and Yielding Capacity of Soybean Genotypes

Abstract

The objective of this study was to assess the interrelationship between inoculation effect and yielding capacity of soybean genotypes. The effectiveness of inoculation was high significant positive for all tested genotypes, and the increasing of analyzed traits values was, in the average, 21.3% for plant height, 18.1% for pods number, 16.6% for seed number, 23.7% for seed weight, 4.9% for harvest index and 14.1% for grain yield. The obtained results indicated both on the differences among genotypes in the symbiotic nitrogen fixation efficiency, and on the possibility of utilization this trait for further genetic improvement of soybean cultivars, respectively. In the soybean breeding, selection process, which is aimed to the increasing nitrogen fixation potential of soybean germplasm, would have economic and ecological benefits for soybean production.

Key words: soybean, inoculation, grain yield, grain yield components, genetic improvement.

Uvod

Soja (*Glycine max* (L.) Merr.), u odnosu na ostale važne ratarske kulture, ima sposobnost da svoje potrebe za dušikom osigurava usvajanjem ovog elementa iz tla te iz zraka kroz simbiotski odnos s bakterijom tla *Bradyrhizobium japonicum*. Prema La Rue i Patersonu (1984) usjev soje tijekom vegetacije fiksira od 60 do 168 kg N/ha, a Heatherly i Elmore (2004) navode da od ukupne količine dušika koji se nalazi u zreloom zrnu soje, 25% dolazi iz tla, a 75% fiksacijom atmosferskog dušika. Procesom biotske nitrofikacije smanjuju se potrebe usjeva za mineralnom ishranom dušikom, a s obzirom da se biološki vezani dušik ne ispire iz tla, nema ni eutrofikacije podzemnih voda. Stoga, uloga i važnost simbiotske fiksacije dušika za proizvodnju soje može se sagledati i s ekonomskog i s ekološkog aspekta (Dunigan i sur., 1980.; Strunjak i Redžepović, 1986.,

Redžepović i sur., 2001., 2007.; Peoples i Baldock, 2001.; Mihalina i sur., 2007.). U poljskim uvjetima na puni efekat biotske nitrofikacije utječe niz činitelja: okolina, učinkovitost sojeva *B. japonicum* te genetska varijabilnost biljke domaćina u količini dušika koji može fiksirati u simbiotskoj zajednici, a što rezultira iz njene kompatibilnosti s visoko efektivnim sojevima *B. japonicum* (Roughley, 1985.; Redžepović i sur., 1990., 1991.; Hume i Blair, 1992.; Milić i sur., 2000.). S obzirom da je kapacitet simbiotske zajednice u fiksaciji dušika jedna od važnih komponenti u formiranju strukture uroda zrna, za realizaciju daljnjeg genetskog napretka soje neophodno je u okviru oplemenjivanja provoditi selekciju usmjerenu na povećanje potencijala biotske nitrofikacije genotipova soje, a što doprinosi ekonomičnijoj proizvodnji soje te s ekološkog aspekta pogodnijem i prihvatljivijem obliku.

Ovo istraživanje provedeno je sa ciljem procjene: (i) učinkovitosti bakterizacije na komponente uroda i urod zrna soje, te (ii) postojanja genetske varijabilnosti germplazme soje u iskoristivosti procesa simbiotske nitrofikacije.

Materijal i metode

Trogodišnja (2004-2006.) istraživanja provedena su na pokusnom polju Poljoprivrednog instituta Osijek (hipoglej hidromeliorirani – pH 6-6,5; 2,2% humus). Poljski pokusi postavljeni su po slučajnom bloknom rasporedu u četiri ponavljanja, a blok je obuhvaćao 8 genotipova u dvije varijante: netretirano (kontrola) i tretirano sjeme. Ispitivani genotipovi soje stvoreni su u Poljoprivrednom institutu Osijek, a s obzirom na dužinu vegetacije pripadaju različitim grupama zriobe: vrlo rani (OS-1-00, OS-2-00), rani (OS-1-0, OS-2-0, OS-3-0) i srednje rani (OS-1-I, OS-2-I, OS-3-I). Pokusna parcela iznosila je 9 m². Bakterizacija sjemena soje provedena je standardnim mikrobiološkim preparatom koji sadrži kvržične bakterije *Bradyrhizobium japonicum* neposredno pred sjetvu. Sjetva je obavljena preciznom sijačicom u optimalnom roku za soju. U zriobi je uzeto slučajnim izborom po 30 biljaka sa svake parcele, ukupno 120 biljaka od svakog genotipa po varijanti. Pokusne parcele požete su kombajnom, izmjeren je urod zrna i preračunat na 13% vlage u zrnu. U laboratoriju su na uzetim biljkama izmjerene slijedeće komponente uroda zrna: visina biljke (cm), broj mahuna biljci⁻¹, broj zrna biljci⁻¹, masa zrna biljci⁻¹ (g) te žetveni indeks biljci⁻¹ (%). Podaci su statistički obrađeni primjenom kompjuterskog programa (SAS 9.1).

Rezultati i rasprava

Rezultati biometrijske analize ukazali su na visoko značajni pozitivni učinak bakterizacije na vrijednosti svih analiziranih komponenti uroda zrna (Tablica 1).

U prosjeku, najveće povećanje vrijednosti komponenti uroda zrna bilo je za masu zrna (23,7%) i visinu biljke (21,3%), zatim za broj mahuna (18,1%) i broj zrna (16,6%) po biljci, a najniže za žetveni indeks (4,9%). Usporedbom učinkovitosti bakterizacije, unutar svake komponente uroda zrna vidljiva je razlika između genotipova u reakciji na bakterizaciju, što ukazuje na genetsku divergentnost testiranog materijala u kapacitetu biotske nitrofikacije, ali i na razlike u kompatibilnosti genotipa sa sojem *B. japonicum*.

U pogledu uroda zrna, svi ispitivani genotipovi soje ostvarili su statistički visoko značajne razlike u visini uroda zrna između kontrole i inokulirane varijante u svim godinama ispitivanja kao i u trogodišnjem prosjeku (Tablica 2.). Prosječno povećanje uroda zrna, bez obzira na genotip i okolinu iznosilo je 14,1%.

Analizom varijance utvrđena je značajna varijabilnost u fenotipskoj ekspresiji uroda zrna i unutar kontrolne varijante i unutar inokulirane varijante u svim godinama ispitivanja kao i u prosjeku, što primarno ukazuje na razlike u genetskom potencijalu rodosti ispitivanih genotipova. Također, analizom podataka evidentna je razlika u povećanju uroda zrna između testiranih genotipova, što ukazuje na genetsku raznolikost materijala u potencijalu nitrofikacije kao i na kompatibilnu divergentnost materijala sa sojem *B. japonicum*. Razlike između genotipova u učinkovitosti bakterizacije više su izražene unutar godina ispitivanja, nego u prosjeku, što je pokazatelj značajnog utjecaja okoline na ekspresiju ne samo svojstva uroda zrna, nego i svojstva biotske nitrofikacije. Dobiveni rezultati potvrđuju poznato da visina uroda zrna ovisi o genetskoj osnovi, utjecaju okoline i reakciji genotipa na okolinu, te da u strukturi formiranja uroda zrna uz standardne komponente uroda, veliki značaj ima i nitrofikacijski potencijal genotipa (Buttery i sur., 1992.).

Tablica 1. Učinkovitost bakterizacije na visinu komponenti uroda zrna testiranih genotipova soje (2004-2006., Osijek)

Genotip	Varijanta	Komponente uroda zrna				
		Visina biljke (cm)	Broj mahuna	Broj zrna biljci ⁻¹	Masa zrna biljci ⁻¹ (g)	Žetveni indeks biljci ⁻¹ (%)
1. OS-1-00	Kontrola	79,3 ^{fg}	47,4 ^e	111,2 ^g	18,8 ^{gh}	51,6 ^{bcde}
	Bakterizacija	95,2 ^c	58,0 ^c	132,7 ^d	23,1 ^c	53,7 ^{ab}
	Povećanje %	20,1	22,5	19,30	23,2	4,0
2. OS-2-00	Kontrola	78,1 ^g	46,1 ^{ef}	108,2 ^{ghi}	18,1 ^{gh}	50,0 ^e
	Bakterizacija	89,8 ^d	52,7 ^d	119,4 ^f	20,2 ^e	52,8 ^{abcd}
	Povećanje %	15,0	14,3	10,30	11,7	5,5
3. OS-1-0	Kontrola	82,8 ^{ef}	46,6 ^e	109,0 ^{ghi}	18,1 ^{gh}	51,0 ^{de}
	Bakterizacija	96,8 ^c	52,8 ^d	126,0 ^e	21,5 ^d	53,5 ^{abc}
	Povećanje %	17,0	13,4	15,67	18,6	5,0
4. OS-2-0	Kontrola	80,9 ^g	43,8 ^f	103,7 ⁱ	16,8 ^j	49,5 ^e
	Bakterizacija	95,3 ^c	52,1 ^d	117,2 ^f	19,3 ^{ef}	52,6 ^{abcd}
	Povećanje %	17,9	18,9	13,02	15,0	6,3
5. OS-3-0	Kontrola	82,5 ^{ef}	45,7 ^{ef}	104,7 ^{hi}	18,0 ^h	49,7 ^e
	Bakterizacija	96,4 ^c	52,3 ^d	118,9 ^f	19,6 ^{ef}	52,8 ^{abcd}
	Povećanje %	16,9	14,4	12,8	9,2	6,2
6. OS-1-1	Kontrola	87,3 ^d	46,8 ^e	109,5 ^{gh}	18,2 ^{gh}	51,3 ^{cde}
	Bakterizacija	114,4 ^a	56,0 ^c	129,9 ^{de}	21,7 ^d	53,6 ^{abc}
	Povećanje %	31,0	19,7	18,6	19,2	4,5
7. OS-2-1	Kontrola	87,2 ^d	68,4 ^b	158,1 ^b	20,2 ^e	52,5 ^{abcd}
	Bakterizacija	110,8 ^a	81,0 ^a	188,5 ^a	32,2 ^a	54,6 ^a
	Povećanje %	27,0	18,5	19,2	59,5	3,9
8. OS-3-1	Kontrola	85,8 ^{de}	47,7 ^e	117,6 ^f	19,0 ^g	52,4 ^{abcd}
	Bakterizacija	106,4 ^b	58,4 ^c	143,6 ^c	24,3 ^b	54,2 ^a
	Povećanje %	24,0	22,5	22,1	28,0	3,4
Prosjek	Kontrola	83,0	49,1	115,3	18,4	51,0
	Bakterizacija	100,7 ^{**}	57,9 ^{**}	134,4 ^{**}	22,7 ^{**}	53,5 ^{**}
	Povećanje %	21,3	18,1	16,6	23,7	4,9
LSD 0,05		3,08	1,81	4,22	0,69	1,74
LSD 0,01		4,13	2,43	5,67	0,93	2,34

*vrijednosti označene istim slovom nisu značajno različite na razini $P \leq 0.01$; ** značajnost razlike na razini $P \leq 0.01$

Tablica 2. Učinkovitost bakterizacije na visinu uroda zrna (t/ha) testiranih genotipova soje (2004-2006., Osijek)

Genotip	Varijanta	Godina			Prosjek
		2004.	2005.	2006.	
1. OS-1-00	Kontrola	3,67 ^{hij}	3,55 ^{gh}	3,85 ^f	3,69 ^j
	Bakterizacija	4,20 ^{bc}	4,08 ^{ab}	4,38 ^{bc}	4,22 ^c
	Povećanje %	14,4	14,9	13,8	14,4
2. OS-2-00	Kontrola	3,49 ^{kl}	3,37 ^{hi}	3,70 ^{ghi}	3,52 ^m
	Bakterizacija	3,96 ^{def}	3,79 ^{cd}	4,30 ^{cd}	4,02 ^e
	Povećanje %	13,5	12,5	16,2	14,2
3. OS-1-0	Kontrola	3,56 ^{kl}	3,40 ^{ghi}	3,77 ^{gh}	3,58 ^l
	Bakterizacija	4,12 ^{bcd}	3,88 ^{cd}	4,26 ^{cd}	4,09 ^d
	Povećanje %	15,7	14,2	13,0	14,2
4. OS-2-0	Kontrola	3,40 ^l	3,28 ⁱ	3,60 ⁱ	3,43 ^o
	Bakterizacija	3,82 ^{fgh}	3,73 ^{de}	4,17 ^{de}	3,91 ^g
	Povećanje %	12,3	13,7	15,8	14,0
5. OS-3-0	Kontrola	3,44 ^{kl}	3,32 ^{hi}	3,66 ^{hi}	3,47 ⁿ
	Bakterizacija	3,90 ^{efg}	3,80 ^{cd}	4,22 ^{de}	3,97 ^f
	Povećanje %	13,4	14,4	15,3	14,4
6. OS-1-1	Kontrola	3,60 ^{ijk}	3,47 ^{fgh}	3,80 ^{fg}	3,62 ^k
	Bakterizacija	4,05 ^{cde}	3,94 ^{bc}	4,30 ^{cd}	4,10 ^d
	Povećanje %	12,5	13,5	13,7	13,2
7. OS-2-1	Kontrola	3,82 ^{fgh}	3,75 ^{de}	4,10 ^e	3,89 ^h
	Bakterizacija	4,38 ^a	4,22 ^a	4,62 ^a	4,41 ^a
	Povećanje %	14,6	12,5	12,7	13,4
8. OS-3-1	Kontrola	3,75 ^{ghi}	3,62 ^{ef}	3,90 ^f	3,76 ⁱ
	Bakterizacija	4,26 ^{ab}	4,15 ^a	4,47 ^b	4,29 ^b
	Povećanje %	13,6	14,6	14,6	14,1
Prosjek	Kontrola	3,59	3,47	3,79	3,62
	Bakterizacija	4,09 ^{**}	3,95 ^{**}	4,34 ^{**}	4,13 ^{**}
	Povećanje %	13,9	13,8	14,5	14,1
LSD 0,05		0,13	0,12	0,14	0,10
LSD 0,01		0,17	0,17	0,18	0,14

*vrijednosti označene istim slovom nisu značajno različite na razini $P \leq 0.01$;** značajnost razlike na razini $P \leq 0.01$

Zaključci

Dobiveni rezultati istraživanja potvrdili su značajno pozitivan učinak bakterizacije sjemena na vrijednosti komponenti uroda zrna i urod zrna soje te ukazali na genotipsku varijabilnost testiranog materijala u korištenju procesa simbiotske fiksacije dušika. Daljnjim istraživanjem, kroz analizu parametara nitrofikacije, potrebno je ispitati potencijal biotske nitrofikacije genotipova odabranih na temelju poželjnih agronomskih svojstava. U cjelini, dobiveni rezultati istraživanja mogli bi se primijeniti u selekciji soje s aspekta odabira onih genotipova koji posjeduju veću sposobnost nitrofikacije kao potencijalnih roditelja u razvoju visokoprinosnih i kvalitetnih kultivara soje, što ima ekonomsku i ekološku opravdanost u daljnjem razvoju i unaprjeđenju proizvodnje soje.

Literatura

- Buttery, B.R., Park, S.J., Hume, D.J. (1992). Potential for increasing nitrogen fixation in grain legumes. *Can. J. Plant Sci* 72: 323-349.
- Dunigan, E.P., Sober, O.B., Rabb, J.L., Boquet, D.J. (1980). Effects of various inoculants on nitrogen fixation and yield of soybeans. *La State Univ. Bull*: 726.
- Heatherly, L.G., Elmore, R.W. (2004). Managing Inputs for Peak Production. In: Boerma H.R. and J.E. Specht (Eds.) *Soybeans: Improvement, Production and Uses*. Agronomy 16, ASA, CSSA, SSSA, Madison, Wisconsin, USA:451-536.
- Hume, D.J., Blair, D.H. (1992). Effect of numbers of Bradyrhizobium japonicum applied in commercial inoculants on soybean seed yield in Ontario. *Can. J. Microbiol.* 38: 588-593.
- La Rue i Patterson (1984). In *Legume inoculants and their use*. FAO, Rome: 5.
- Mihalina, Ž., Kristek, S., Kristek A., Antunović M. (2007). Prinos soje u zavisnosti od gnojidbe dušikom i bakterizacije sjemena. *Zbornik radova 42. hrvatskog i 2. međunarodnog simpozija agronoma, Opatija, Hrvatska*: 429-433.
- Milić, V., Mrkovački N., Hrustić, M., Vidić M. (2000). Effect of inoculation in different soybean genotypes. *Zemljište i biljka* 49 (2):87-92.
- Peoples, M.B., Baldock, J.A. (2001). Nitrogen dynamics of pastures: nitrogen fixation inputs, the impact of legumes on soil nitrogen fertility, and a contributions of fixed nitrogen to Australian farming systems. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 41 (3):327-346.
- Redžepović, S., Varga, B., Sikora, S., Heneberg, R. (1990). Utjecaj tretiranja sjemena mikroelementima i različitim sojevima Bradyrhizobium japonicum na prinos zrna soje. *Znan. Prak. Poljop. Tehnol.* 20:41-47.
- Redžepović, S., Sikora, S., Sertić Đ., Manitašević, J., Šoškić, M., Klaić, Ž. (1991). Utjecaj fungicida i gnojidbe mineralnim dušikom na bakterizaciju i prinos soje. *Znan. Prak. Poljop. Tehnol.* 21:43-49.
- Redžepović, S., Sikora, S., Vratarić, M., Sudarić, A., Bradić, M. (2001). Simbiozna učinkovitost autohtonih sojeva (*Bradyrhizobium japonicum*) izoliranih iz tala istočne Slavonije. *Gospodarenje i zaštita tla za buduće generacije. Zbornik sažetaka IX Kongres Hrvatskog tloznanstvenog društva s međunarodnim sudjelovanjem; Brijuni, Hrvatska*: 51-52.
- Redžepović, S., Sikora, S., Čolo, J., Blažinkov, M., Pecina, M. (2007). Influence of plant growth regulator and rhizobial inoculation on nodulation and soybean nitrogen content. *Cereal Research Communications*, 35, 2:993-996.
- Roughley, R.J. (1985). Effect of soil environmental factors on rhizobia. In: Shibles, R. (Ed.) *Proceedings of the World Soybean Research Conference III, Ames, Iowa, USA*: 903-910.
- Strunjak, R., Redžepović, S. (1986). Bakterizacija leguminoza – agrotehnička mjera u službi štednje energije. *Poljoprivredna znanstvena smotra*, 72: 109-115.
- SAS, Statistical Software System 9.1., 2002-2003., SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.

sa2008_0308