

IZVORNI ZNANSTVENI RAD

## Potrošnja različitih energenata tijekom sušenja zrna kukuruza

Darko Kiš<sup>1</sup>, Tomislav Jurić<sup>1</sup>, Dragan Šuper<sup>2</sup>, Luka Šumanovac<sup>1</sup><sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, Trg Sv. Trojstva 3, Osijek, Hrvatska (dkis@pfos.hr)<sup>2</sup>Plinara istočne Slavonije, Ohridska 17, Vinkovci

### Sažetak

Promjene u vlasništvu poljoprivrednih površina i politika Vlade RH pri davanju poticaja za ratarsku proizvodnju, dovela je i do promjena u tehnologiji iste. U taj dio spada posebno način berbe, konzerviranja i skladištenja, te trgovina s robom na tržištu. Tržište poljoprivrednih proizvoda spada u red spekulativnih i arbitražnih tržišta. Stoga je posebice potrebno učiniti ga sposobnim, što primarno znači izgraditi uvjete za tržišno ponašanje odnosno tržišnu infrastrukturu. Dobri doradbeno-skladišni kapaciteti su temelj tržišne infrastrukture, a obiteljska gospodarstva su u tome bila sustavno marginalizirana. U ovom radu prikazani su rezultati energetske potrošnje sušare sa zemnim plinom i lakim loživim uljem matematičkim izračunom i pomoću *Mollier*-ovog dijagrama je dobivena potrošnja približno jednaka i iznosi oko 4000 kJ/kg<sub>isp.vode</sub>.

Ključne riječi: obiteljska gospodarstva, sušenje, kukuruz, energija

### Uvod

U RH do sada, su izgrađeni doradbeni i skladišni kapaciteti koji su uglavnom veliki silosi ili skladišta, građeni prema političkim zahtjevima bivšeg režima, koje nisu uvijek uzimale u obzir tržišne uvjete. Na seoskim gospodarstvima su to uglavnom skladišta, u koja se uglavnom skladišti roba za vlastite potrebe i u istima nije moguće sačuvati veću količinu uroda bez gubitka kakvoće i mase. Jačanje poduzetništva u poljoprivredi kroz okrupljavanje posjeda, farmerstvo, formiranje novih malih prijamnih, doradbenih i skladišnih centara uz istovremeni pad bivših društvenih giganata preusmjerava tijekom poljoprivrednih proizvoda. Na području dorade zrna jača trend malih sušarsko-skladišnih kapaciteta od 1 do 5 t/h. Novim kupcima, kojima većinom nedostaje znanje i kriterij za izbor opreme, nudi se svjetska produkcija malih sušara. Trgovci i zastupnici koji nude sušare većinom su u istoj situaciji kao i kupci, bez dovoljnih specijalističkih znanja. Kukuruz je u Hrvatskoj za tehnologiju sušenja najznačajnija kultura u poljoprivredi. Agrotehnička važnost kukuruza, vrlo je velika jer se sije na velikim površinama, pa na većim površinama dolazi kao predkultura drugim kulturama. Ovim istraživanjima žele se istražiti svojstva sušara za sušenje znatih proizvoda "Stabil 3000", proizvođača "Seting" Delnice, i to utvrditi energetske potrošnje sušare pri sušenju kukuruza uporabom dvaju vrsta energenata i to lakog loživog ulja i zemnog plina. Utrošak energije pri sušenju zrna kukuruza, tj. energetska efikasnost sušara ovisi od tehničkih karakteristika sušara, temperaturnih režima sušenja, izoliranosti kanala sušare, vremenskih uvjeta za ispitivanje i vrste hibrida kukuruza, (Brkić i sur., 2005).

### Materijal i metode

Istraživanje je provedeno na dvije konstrukcijski jednake neposredne sušare "STABIL 3000", koje koriste različite energente za zagrijavanje medija sušenja. Za izračun kapaciteta rada sušare, te energetske potrošnje potrebno je bilo obaviti slijedeća mjerenja: vlage i temperature zrna na ulazu u sušaru i izlazu iz sušare, količine protoka zraka kroz

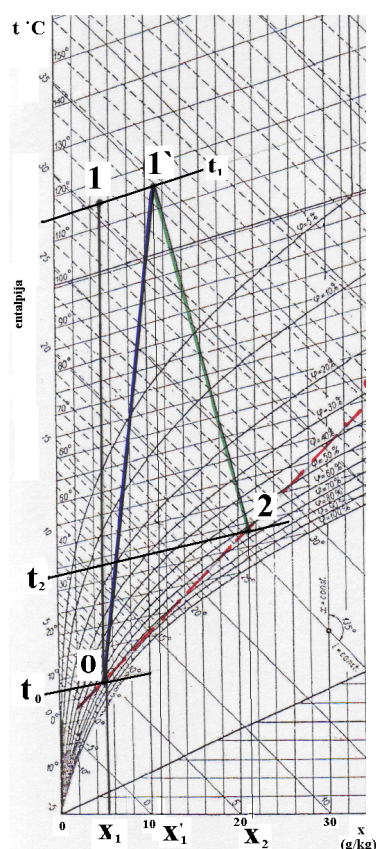
sušaru u jedinici vremena, količinske potrošnje energenta, temperature i relativne vlage zraka prije plamenika i na ulazu u zonu sušenja, temperature i izlazu iz zone sušenja. Na osnovu dobivenih mjernih veličina utvrđene su pomoću *Mollier*-ovog "h-x" dijagrama promjene stanja zraka tijekom procesa sušenja i potrebna toplina za isparavanje vode iz zrna. Mjerenje količine protoka zraka utvrđeno je pomoću anemometra kod aksijalnog ventilatora u 10 ponavljanja radi utvrđivanja točne vrijednosti količine protoka zraka na izlazu iz sušare, dok su temperature i relativne vlage zraka mjerene pomoću psihometra. Nadalje, mjerena je vlaga zrna i to predviđenom mjernom metodom.

### Rezultati i rasprava

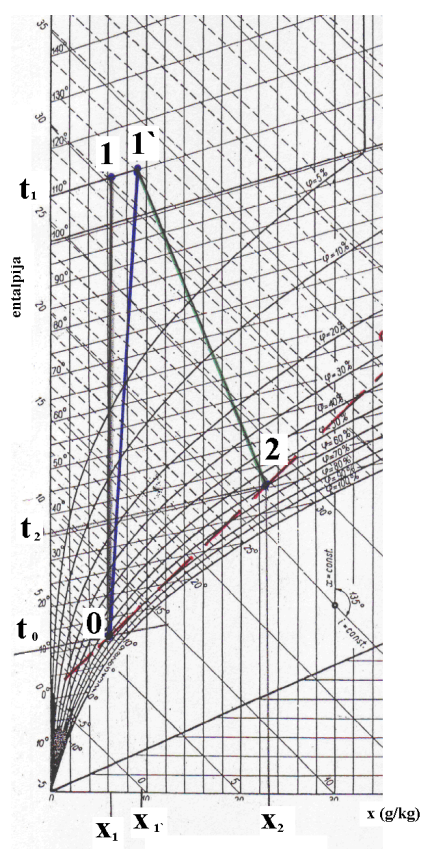
U tablici 1. prikazana je količina protoka zrna i protoka zraka za istraživane sušare, a na slikama 1. i 2. Mollierov dijagram sušenja.

Tablica 1. Količina protoka zrna i zraka za istraživane sušare

	vrijeme rada izuzimajući (s)	količina odvage- $\bar{x}$ (kg)	protok zrna $\bar{x}$ (t/h)	protok zraka (kg/h)
Sušara 1 (zemni plin)	8 rad + 12 pauza	4,296	3,866	38008
Sušara 2 (lako ulje)	8 rad + 12 pauza	4,204	3,784	38384



Slika 1. Mollier-ov dijagram sušare 1



Slika 2. Mollier-ov dijagram sušare 2

Na osnovu rezultata iz tablice 1. i vrijednosti iz slike 1. slijedi: temperatura okoline 7°C, a relativna vlaga 74 %, vlažnost zrna kukuruza na ulazu u sušaru  $w_1 = 27,2$  % uz temperaturu

zrna od 7°C, a nakon sušenja prije zone hlađenja vlaga zrna  $w_3 = 10,7\%$  i temperatura  $\theta_3 = 42,7^\circ\text{C}$ , prolaskom zrna kroz zonu hlađenja vlažnost zrna je 11,5%, a temperatura zrna je pala na 23°C, te je napravljen izračun energetske potrošnje sušare 1. a specifična potrošnja goriva iznosi

$$\rho_{gor} = \frac{Q}{W} = \frac{4145591,6}{868,46} = 4.773,9 \quad \text{kJ/kg}_{\text{ispar.vode}} \quad (\text{Sušara 1})$$

Pomoću „Mollier-ovog dijagrama“ utvrđena je i količina energije potrebna za isparavanje 1 kg vode iz zrna (slika 1). Dobiveni rezultati energetske potrošnje matematičkim izračunom i pomoću *Mollier*-ovog dijagrama su približno jednaki i u granicama potrošnje „dobrih sušara“. Stvarna sezonska potrošnja na sušari 1  $\varphi_{gor} = 4226,90 \text{ kJ/kg}_{\text{isp.vode}}$  je i manja od matematičke što potvrđuje dobru podešenost sušare od strane servisera plinskog plamenika i stručno vođenje od strane djelatnika. Dobiveni rezultati mogu se usporediti sa dosadašnjim rezultatima specifične potrošnje energije: Topić (2007.) 6 314 kJ/kg<sub>isparene vode</sub>, Brkić (2006.) 3837 kJ/kg<sub>isparene vode</sub> i 4888,7 kJ/kg<sub>isparene vode</sub>, Katić (1996.) 3430 kJ/kg<sub>isparene vode</sub>, Kovač (1988.) 4140 kJ/kg<sub>isparene vode</sub>, Katić (1988.) od 3000 kJ/kg<sub>isparene vode</sub> do 6000 kJ/kg<sub>isparene vode</sub>.

Na osnovu rezultata iz tablice 1. i vrijednosti kako slijedi: temperatura okoline 7°C, a relativna vlaga 74 %, vlažnost zrna kukuruza na ulazu u sušaru  $w_1 = 24\%$  uz temperaturu zrna od 10,7°C, a nakon sušenja prije zone hlađenja vlaga zrna  $w_3 = 11\%$  i temperatura  $\theta_3 = 40^\circ\text{C}$ , prolaskom zrna kroz zonu hlađenja vlažnost zrna je 11,9%, a temperatura zrna pala je na 25°C, te je napravljen izračun energetske potrošnje sušare 2. Pomoću „Mollier-ovog dijagrama“ utvrđena je i količina energije potrebna za isparavanje 1kg vode iz zrna (slika 2).

$$\rho_{gor} = \frac{Q}{W} = \frac{3.849.646,5}{640,65} = 6.008,5 \quad \text{kJ/kg}_{\text{ispar.vode}} \quad (\text{Sušara 2})$$

Stvarna sezonska potrošnja na sušari 2  $\varphi_{gor} = 4194,99 \text{ kJ/kg}_{\text{isp.vode}}$  je manja od matematičke što i za „sušaru 2“ potvrđuje dobru podešenost sušare od strane servisera plinskog plamenika i stručno vođenje manipulatora.

## Zaključak

Na temelju provedenih istraživanja sušenjem zrna kukuruza na dvije sušare koje su koristile različite energente mogu se izvesti slijedeći zaključci:

1. Na „sušari 1“ koja koristi kao energent zemni plin, uz pomoć h-x dijagrama dobivena je energetska potrošnja 4 773 kJ/kg isparene vode, dok je na „sušari 2“ koja koristi kao energent lako loživo ulje, uz pomoć "h-x" dijagrama utvrđena energetska potrošnja 6008 kJ/kg isparene vode.
2. Energetska potrošnja u sezoni sušenja kukuruza na „sušari 1“ iznosila je 4 226,87 kJ/kg isparene vode, a na „sušari 2“ je 4 194,99 kJ/kg isparene vode, što pokazuje da su sušare dobre i dobro podešene od strane servisera i voditelja iste.

## Literatura

- Brkić, D., Vujčić, M., Šumanovac, L., Lukač, P., Kiš, D, Jurić, T., Knežević, D. (2005): Eksploatacija poljoprivrednih strojeva, sveučilišni udžbenik, Poljoprivredni fakultet Osijek.
- Brkić, M., Somer, D., Đukić, Đ., (2006): Energetska efikasnost sušenja zrna kukuruza na različitim konstrukcijama sušara, Savremena poljoprivredna tehnika, Novi Sad.

- Katić, Z., Krička, Tajana, Kerep, Nadica, Plietić, S. (1988): Korekcionni faktori kapaciteta sušare kada je vlaga suhog zrna različita od 14 %, Savjetovanje tehnologa sušenja i skladištenja, Stubičke Toplice, 65 – 81.
- Katić, Z., (1997): Sušenje i sušare u poljoprivredi, sveučilišni udžbenik, Multigraf, Zagreb.
- Katić, Z. (1999): Mogućnost primjene novih saznanja u tehnologiji sušenja zrna, Savjetovanje tehnologa sušenja i skladištenja „Zrnko“, Stubičke Toplice, 137 – 148.
- Kovač, M., (1988): Dvofazno sušenje kukuruza sa fazom odležavanja – iskustva EKK Ptuj, Savjetovanje tehnologa sušenja i skladištenja, Stubičke Toplice, 39 – 43.
- Topić, M., (2007): Specifičnosti sušenja merkatilnog kukuruza rod 2007., Stručni rad, Titel, 196-197.

## **Energy use during the maize drying by the different energy-generating sources**

### **Abstract**

Changing of the legal properties of the agricultural areas and the politics of the Government of the Republic of Croatia concerning farmers' beneficences have to change the current technology of farm production itself. It means that all the harvest, the conservation, the storage and the product market have to change. Market of the agricultural products is a speculative and an arbitrary one. Therefore it is necessary to make it strong and capable by means of preparing the conditions for the market economy (market infrastructure). Although well established processing and storage possibilities are the basic of the market economy, for the family farms they had been constantly ignored. The results of energy use obtained from mathematical calculations and from the Mollier's diagram are approximately equal and they are around 5400 kJ/kg of vaporized water.

Key words: family farms, drying, maize, energy