

Osnovni rezultati merenja i obrade podataka daju se u tabeli (tab. 1).

Tabela 1. Osnovni rezultati merenja
Table 1. Basic measurement results

No	Veličina Parameter	Oznaka Simbol	Jedinica Unit	Vrednost Value
1	Vlažnost zrna na ulazu Inlet grain moisture content	w ₁	% (v.b) % (w.b)	29,22
2	Vlažnost zrna na izlazu Outlet grain moisture content	w ₂	% (v.b) % (w.b)	14,70
3	Temperatura fluida za sušenje Drying air temperature	t ₁	°C	115,7
4	Temperatura okolnog vazduha Outside air temperature	t ₀	°C	14,06
5	Temperatura vazduha na izlazu iz sušare Exhausted air temperature	t ₃	°C	31,3
6	Apsolutna vlažnost vazduha na izlazu iz sušare Exhausted air absolute humidity	x ₃	kg/kg	0,0242
7	Učinak sušare – vlažno zrno Dryer capacity – wet grain	m ₁	kg/h	6.000
8	Specifina potrošnja toplotne energije Specific heat energy consumption	q	kJ/kg _{i.v.} kJ/kg _{e.w.}	3300
9	Preračunata specifina potrošnja toplotne energije u stacionarnim uslovima rada Calculate specific heat energy consumption within steady state condition	q _n	kJ/kg _{i.v.} kJ/kg _{e.w.}	3900

DISKUSIJA

Rezultati merenja potvrdili su projektni cilj smanjenja potrošnje energije. Specifična potrošnja energije manja je od 4.000 kJ/kg isparene vode, što je i bio cilj. Na osnovu rezultata merenja može se zaključiti da je potrebno korekcija materijalnog bilansa vazduha za sušenje. Ovde se misli na usaglašavanje protoka vazduha u zoni sušenja i u zoni hlađenja. Fotografija (sl. 4) govori sama za sebe o racionalnom radu sušare. Naime, na fotografiji je vidljiv oblak vodene pare, koji je posledica zasićenja vazduha na izlazu iz sušare.

Ako se uporedi rad rekonstruisane sušare sa radom jed-noprolazne sušare tipa "Cevovod" (Babić, M. i sar, 1987) dobija se da je smanjenje potrošnje energije 15,2 %, što je u saglasnosti sa ranijim istraživanjima (Babić, M, i Babić, Ljiljana, 1989)

ZAKLJUČAK

1. Rad rekonstruisane sušare opravdao je projektne pretpostavke.

2. Rekonstrukcijom sušare postignuto je smanjenje potrošnje energije za 15,2%.

LITERATURA

- [1] Babić, Ljiljana, Babić, M., Sušenje i skladištenje, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 2000,
- [2] Babić, M. i sar: Ispitivanje sušare SC-15 "Cevovod", izveštaj, Poljoprivredni fakultet Novi Sad, 1987,
- [3] Babić, M, Babić, Ljiljana: Analiza rada sušara sa više prolaza, II Naučno-stručni skup "Procesna tehnika i energetika u poljoprivredi", Lepenski Vir, 1989, s. 22-28.
- [4] Babić, M, Babić Ljiljana: Racionalizacija energijom pri sušenju zrna, PTEP - časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi, 1(1997)1, s.3-6.
- [5] Babić, M, Gligorević, S, Babić, Ljiljana, Tomić, Z, Pavkov, I: Rekonstrukcije sušara za zrno sa ciljem povećanja učinka i smanjenja potrošnje energije, PTEP - časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi, 7(2003)3-4, s.57-61.
- [6] Friesen, O.H: Heated-Air Grain Dryers, PUBLICATION 1700, available from Information Services, Agriculture Canada, Ottawa K1A 0C7, 1980.
- [7] Maier, D. E, Bartosik R. E, Optimizing Grain Dryer Operations, Grain Quality Task Force, Purdue University, USA, Fact Sheet #15, 2002.
- [8] Maier, D. E, Bakker-Arkema, F. W: Grain Drying Systems, Written for presentation at the 2002 Facility Design Conference of the Grain Elevator & Processing Society held July 28-31, 2002 in St. Charles, Illinois, U.S.A. pp.53.

Prihvaćeno: 09.03.2005.

Primljeno: 16.03.2005

Bibliid: 1450-5029 (2005) 9; 1-2; p.12-14

UDK: 631.25

Pregledni rad

Review

KVALITET ZRNA I MOGUĆNOSTI KORIŠĆENJA ZP HIBRIDA KUKURUZA

GRAIN QUALITY AND THE POSSIBILITY OF ZP MAIZE HYBRIDS UTILISATION

Dr Milica RADOSAVLJEVIĆ, mr Rade JOVANOVIĆ, dr Jelena VANČETOVIĆ
Institut za kukuruz «Zemun Polje», Beograd-Zemun

REZIME

U radu su prikazani rezultati višegodišnjeg naučnoistraživačkog rada na unapređenju korišćenja kukuruza u Odseku za tehnološka istraživanja Instituta za kukuruz. Ova istraživanja usmerena su ka stvaranju novog asortimana kvalitetne biljne hrane i tehničkih proizvoda. Primenom savremenih tehnologija prerade osvojena je proizvodnja nove i jedinstvene visokovredne hrane: integralno brašno mikronizovanog zrna crvenog, žutog i belog kukuruza, koncentrat za proizvodnju hleba, hleb i proja sa biološki vrednim sastojcima kukuruza crvenog i žutog zrna. Pored toga, razrađena je originalna tehnologija prerade kukuruznog oklaska. Dobi-jeni su različiti lignocelulozni granulati namenjeni za upotrebu u različitim granama industrije, poljoprivredi i zaštiti životne sredine.

Ključne reči: Kukuruz, ZP hibridi, kvalitet zrna, silaža, proizvodi.

SUMMARY

The study presents results of a long-term scientific and research work on the improvement of maize utilisation at the Department of Technology of the Maize Research Institute, Zemun Polje. This research was aimed at the development of new assortment of plant food, feed and maize-based technical products of high quality. The application of modern processing technologies resulted in the production of highly valuable food: whole grain of micronised red-, yellow- and white- maize, concentrate for bread production,

bread and traditional serbian corn bread with biologically valuable ingredients of red- and yellow- maize. Besides these food products, the original technology of maize cob processing has been developed. Various lignocellulose granules intended for utilisation in different sectors of industry, agriculture and environmental protection.

Key words: Maize, ZP hybrids, Grain quality, Silage products.

UVOD

Institut za kukuruz je za sada jedina naučna ustanova u zemlji u kojoj se sveobuhvatno radi na istraživanjima sa ciljem unapređenja korišćenja ratarskih kultura već više decenija. Ova istraživanja obuhvataju tri glavne oblasti iskorišćavanja: kvalitet zrna, silažu i razvoj proizvoda. Iz ove tri oblasti saradnici Odsjeka za tehnološka istraživanja objavili su više od 300 radova, 8 doktorskih disertacija, 6 magistarskih radova, više studija i knjuga (1-3, 7).

FIZIČKE, HEMIJSKE I TEHNOLOŠKE KARAKTERISTIKE NOVIH ZP HIBRIDA

U 2002. godini ispitivano je 12 hibrida kukuruza: ZP 360, ZP 434, ZP 480, ZP 511, ZP 633, ZP 677, ZP 680, ZP 684, ZP 735, ZP 750, ZP 737 i ZP 808. Određivan je hemijski sastav (skrob, proteini, ulje, celuloza i pepeo), fizičke i tehnološke karakteristike odabranih hibrida (hektolitarska i apsolutna masa, gustina, indeks flotacije i apsorpcije vode, otpornost na mlevenje, udeo tvrde i meke frakcije endosperma, sadržaj perikarpa, endosperma i klice, prinos skroba, glutena, klice i mekinja, iskorišćenje i čistoća izolovanog skroba). Dobijeni rezultati su prikazani u tabeli 1.

Tabela 1. Hemijski sastav, fizičke i tehnološke karakteristike zrna ZP hibrida kukuruza (5,6)

Table 1. Chemical composition, physical and technological characteristics of ZP hybrids

Osobine/ Properties	Prosek/ Mean	Min./ Min.	Max/ Max/
Skrob (%)/Starch	72,3	69,5	74,3
Proteini (%)/Proteins	10,8	8,3	13,7
Ulje (%)/Oil	5,7	4,6	6,8
Celuloza (%)/Cellulose	2,5	2,0	2,9
Pepeo (%)/Ash	1,3	1,3	1,5
Hektolitarska masa (g L ⁻¹)/Test weight	841,5	816,4	863,3
Apsolutna masa (g)/1000 kernel weight	322,0	270,8	358,4
Gustina (g cm ⁻³)/Density	1,28	1,24	1,32
Indeks flotacije (%)/Flotation index	32	0	68
Indeks apsorpcije vode/Water absorption index	0,211	0,180	0,238
Otpornost na mlevenje (s)/Milling response	18,3	13,6	25,8
Udeo tvrde frakcije (%)/Hard fraction portion	61,2	54,3	67,7
Sadržaj perikarpa (%)/Pericarp content	6,1	5,1	6,8
Sadržaj endosperma (%)/Endosperm content	81,4	80,3	83,7
Sadržaj klice (%)/Germ content	12,5	11,1	13,7
Prinos skroba (%)/ Starch yield	64,7	58,8	69,0
Prinos gutena (%)/Gluten yield	8,5	5,3	13,5
Prinos klice (%)/Germ yield	7,9	7,2	8,3
Prinos mekinje (%)/Fiber yield	8,3	7,4	9,0
Iskorišćenje skroba (%)/Starch recovery	89,4	83,7	94,0
Sadržaj proteina u izolovanom skrobu (%)/Protein content in starch	0,21	0,11	0,29

Najznačajniji parametri za ocenu tehnološke vrednosti zrna hibrida kukuruza u mokroj odnosno skrobarskoj preradi su prinos, iskorišćenje i čistoća skroba, odnosno sadržaj proteina u izolovanom skrobu. Visoko iskorišćenje i prinos skroba, kao i nizak sadržaj proteina u dobijenom skrobu su osnovni pokazatelji dobro izvedenog postupka mokrog mlevenja kukuruza. Hektolitarska masa, gustina zrna i udeo meke frakcije endosperma kao važni fizički faktori kvaliteta za određivanje tehnološke vrednosti zrna kukuruza u mokroj preradi dale su najveći broj visokih koeficijenata korelacije sa statističkom značajnošću na nivou verovatnoće 0,05 i 0,01. Ove tri fizičke karakteristike zrna imale su najveći uticaj na karakteristike mokrog mlevenja ispitivanih hibrida kukuruza. Osnovni hemijski sastav

zrna (sadržaj skroba, proteina i ulja) nije značajno uticao na iskorišćenje skroba, dok su fizičke karakteristike zrna (hektolitarska masa, gustina zrna i udeo meke frakcije endosperma) imale veoma značajan uticaj na ovu karakteristiku (-0,84**; -0,76** i 0,85**). Hibridi sa manjom hektolitarskom masom i gustinom zrna, a većim udelom meke frakcije endosperma daju veće iskorišćenje skroba. Utvrđene jednačine linearne regresije mogu poslužiti za predviđanje tehnološkog kvaliteta zrna, odnosno prinosa, iskorišćenja i čistoće skroba.

NAJVAŽNIJI PARAMETRI KVALITETA PRI IZBORU HIBRIDA ZA SILAŽU

Da bi se izvršilo što potpunije definisanje nutritivne vrednosti hibrida neophodno je izvršiti ispitivanja in vitro svarljivosti suve materije metodom Tilley i Terry kao i strukture ćelijskih zidova primenom deterdžent metode za frakcije sirovih vlakana (NDF-neutralna deterdžentska vlakna, ADF-kisela deterdžentska vlakna, ADL kiseli deterdžent lignin). Najvažniji parametri kvaliteta su: prinos suve materije cele biljke, udeo klipova u suvoj materiji prinosa, sadržaj vlakana u kiselom i neutralnom deterdžentu i in vitro svarljivost. Na 13 elitnih ZP hibrida kukuruza ispitivani su parametri kvaliteta relevantni za kvalitet silaže. Pošto je kod kabastih hraniva hranljivost usko povezana i sa morfološkom strukturom samih biljaka pa su i rezultati svarljivosti kukuruzne biljke uslovljeni sadržajem frakcija sirovih vlakana ADF, NDF i ADL. Dobijeni rezultati su prikazani u tabeli 2.

Tabela 2. Svarljivost, sadržaj celuloze, ADF, ADL i NDF cele biljke ZP hibrida (4)

Table 2. Digestibility, cellulose, ADF, ADL, and NDF contents of ZP hybrids

Osobine/Properties	Prosek/Mean	Min.Min	Max.Max
Svarljivost (%) Digestibility	59,74	55,39	63,72
Celuloza (%) Cellulose	22,36	20,06	25,98
ADF (%) Acid Detergent Fibers	25,70	23,31	29,69
ADL (%) Acid Detergent Lignin	3,62	2,93	4,79
NDF (%) Neutral Detergent Fibers	51,05	48,52	56,77

Podacima svarljivosti i strukture ćelijskih zidova svakako treba dodati i podatke o prinosu suve materije iz perioda tehnološkog optimuma za siliranje sa 30-35% suve materije u biljci kukuruza. Zato kod opredeljenja za neki od hibrida za silažu u setvi uvek treba imati u vidu da biljke do momenta siliranja treba da dostignu 28-35% suve materije sa kojom se postižu najbolji rezultati u siliranju ali i da silaža od izabranog hibrida ima visoku svarljivost.

PROIZVODI BIOLOŠKI VREDNE HRANE

Polazeći od do sada ostvarenih višegodišnjih naučnostručnih rezultata, potencijalnih mogućnosti, stanja i potreba na tržištu, a u skladu sa preporukama nutricionista koji se zalažu za što veće učešće celog zrna žita u ishrani osvojena je proizvodnja novog ZP Hleba sa biološki vrednim sastojcima zrna kukuruza crvenog i žutog zrna (9, 10). Osnovne specifičnosti ovih proizvoda su što se u proizvodnji ZP hleba koristi mikronizovani kukuruz i to celo zrno posebno odabranih ZP genotipova. Prema tome ZP hleb sadrži sve vredne sastojke kukuruzne klice, naročito esencijalne polinezasićene masne kiseline a ostali delovi zrna doprinose drugačijem sastavu aminokiselina, minerala i povećanom

sadržaju vlakana komponena ta koje pozitivno utiču na zdravlje ljudi. Pored toga, hleb sa dodatkom mikronizovanog zrna crvenog kukuruza karakteriše prisustvo crvene boje omotača zrna usled prisustva antocijana, a hleb sa dodatkom žutog ima veoma privlačnu žutu boju usled prisustva β -karotina, važnih prirodnih antioksidanasa. Oba imaju izražen ukus na kukuruz. U proizvodnji ZP hleba koristi se mikronizovano brašno koje doprinosi produženju svežine hleba te omogućuje dužu trajnost proizvoda (rok upotrebe pet dana), a specifičan ukus na kukuruz daje posebna svojstva hlebu. Hleb sa udelom 20% mikronizovanog kukuruza pored toga što sadrži sve biološki vredne sastojke zrna, po senzornim karakteristikama je sličan proizvodima od belog brašna. Kukuruzni hleb je malo zastupljen na tržištu pre svega zbog svojih senzornih karakteristika i brzog gubitka svežine. Tu su i ostali ZP proizvodi kao što je ZP brašno mikronizovanog zrna kukuruza. To su ustvari novi mlinski proizvodi, odnosno tri različite vrste integralnog brašna od mikronizovanog kukuruza posebno odabranih ZP genotipova: crvenog, žutog i belog zrna. Ovi proizvodi koji sadrže sve vredne sastojke kukuruznog zrna su jedinstveni na domaćem tržištu i predstavljaju dobru osnovu za širenje lepeze kvalitetnih pekarskih proizvoda. ZP tehnologija proizvodnje mikronizovanog brašna pored toga što je jedinstvena pruža i određene tehnološke prednosti pri proizvodnji kukuruznog hleba i peciva. Tehnologija mikronizacije predstavlja savremeni tehnološki postupak termičke obrade zrna na visokim temperaturama za kratko vreme kojim se menjaju osobine zrna i poboljšava se njegova svarljivost. Crveno integralno kukuruzno brašno ima poboljšana nutritivna svojstva zbog većeg sadržaja proteina, antocijana i nerastvornih vlakana, žuto zbog većeg sadržaja proteina, karotina, ulja visokog kvaliteta i nerastvornih vlakana, belo usled većeg sadržaja proteina, kvalitetnog ulja i nerastvornih vlakana. Uskoro na našem tržištu će se naći ZP Super Smeško-koncentrat za proizvodnju hleba sa svim vrednim sastojcima kukuruznog zrna. Osnova za proizvodnju ovog koncentrata kao i za hleb je integralno brašno mikronizovanog kukuruza crvenog, odnosno žutog ZP genotipa. Ovi proizvodi pored toga što su jedinstveni na domaćem tržištu i odlikuju se poboljšanim sadržajem neophodnih nutritivnih komponenata (proteina, ulja, ugljenih hidrata, vlakana, vitamina, antocijana, odnosno β -karotina i minerala). Najnoviji ZP proizvod visokovredne hrane ZP proja sa svim biološki vrednim sastojcima kukuruznog ima karakteristike tradicionalne, odnosno nacionalne hrane. Ovi kao i prethodno opisani ZP proizvodi visokovredne hrane na bazi kukuruza predstavljaju funkcionalnu hranu jer njihova redovna konzumacija pruža određene zdravstvene prednosti i utiče na prevenciju nekih savremenih bolesti. Svi ZP proizvodi iz programa biološki vredne hrane su nagrađeni zlatnim medaljama na 71. Međunarodnom poljoprivrednom sajmu 2004. godine u Novom Sadu. Obe vrste ZP hleba nagrađene su zlatnom i srebrnom medaljom i na 40. Međunarodnom jesenjem sajmu 2003. godine. Pored ovih novih proizvoda tu su i ostali ZP proizvodi (1) za koje se može reći da su već tradicionalno prisutni na tržištu kao što je ZP mikro-ex soja. Proizvod visoke nutritivne vrednosti koji se dobija kombinovanjem procesa mikronizacije i ekstruzije i koji se koristi kao energetsko proteinski dodatak stočnoj hrani. Potom ZP Enbel-18. Proizvod definisanog hemijskog sastava (18% proteina, masti 8%, ugljeni hidrati 57%) i visoke nutritivne vrednosti dobijen primenom termičkog tehnoloških procesa prerade različitih ZP hibrida kukuruza i soje, kao i drugi mikronizovani i ekstudovani proizvodi od kukuruza, soje, pšenice, ječma, ovsa, raži, tritikale, graška, boba, prosa.

CELGRAN PROIZVODI

Originalnom ZP tehnologija prerade kukuruznog oklaska dobijeni su novi tehnički proizvodi CELGRAN[®] A, B i C, odnosno

lignocelulozni granulati različite veličine čestica, različitog hemijskog sastava i različitih fizičko-hemijskog karakteristika koje određuju njihovu upotrebu (8). Ovi proizvodi su namenjeni za korišćenje u metalopreradivačkoj industriji za sušenje, poliranje i odmašćivanje, a mogu naći i direktnu primenu u zaštiti životne sredine, prvmstveno za domaće tržište kao zamena za skupe uvozne proizvode. Lignocelulozni kompleks predstavlja najznačajniju komponentu hemijskog sastava ovih proizvoda. Sadržaj celuloze kreće se od 36,4% u najsitnijoj frakciji C do 41,5% u najkrupnijoj frakciji A. Sadržaj hemiceluloze se kreće u veoma sličnom intervalu oko 40% u zavisnosti od frakcije. Sve tri frakcije imaju veliki kapacitet apsorpcije vode i ulja. U zavisnosti od veličine čestica frakcije mogu da absorbuju i preko tri puta veću količinu nafte od svoje polazne mase. Sve ispitivane frakcije CELGRAN[®] proizvoda omogućavaju efikasno i lako odstranjivanje mazuta sa vodenih površina. CELGRAN[®] proizvodi kao i ZP brašno sa biološki vrednim sastojcima kukuruza crvenog, žutog i belog zrna su nagrađeni na izložbi "Pronalazaštvo-Beograd 2003" od strane Saveza pronalazača i autora tehničkih unapređenja Beograd.

ZAKLJUČAK

Iskustva dobijena u Institutu za kukuruz mogu se primeniti u širokoj proizvodnoj praksi što bi ubrzalo razvoj malih i srednjih preduzeća za preradu kukuruza što bi se u krajnjoj meri odrazilo na još intenzivnije korišćenje ove naše najznačajnije ugljenohidratne prirodnoobnovljive sirovine, odnosno najznačajnije ratarske kulture našeg podneblja.

NAPOMENA: Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine Republike Srbije, Nacionalni program biotehnologije i agroindustrije, Projekat: "Visokovredna hrana na bazi kukuruza", Evencioni broj projekta BTN.2.1.2.0708.B

LITERATURA

- [1] Bekrić, V, Božović Irina, Radosavljević Milica, Jovanović R, Žilić Slađana, Krunic P: Razvoj novog asortimana hrane i tehničkih proizvoda od kukuruza, soje i drugog zrnevlja primenom novih tehničko tehnoloških postupaka, Institut za kukuruz, Beograd-Zemun, 2000.
- [2] Bekrić V: Industrijska proizvodnja stočne hrane, Institut za kukuruz, Zemun Polje, Beograd-Zemun, 1999.
- [3] Bekrić V: Upotreba kukuruza, Institut za kukuruz, Zemun Polje, Beograd-Zemun, 1997.
- [4] Jovanović R, Jovin P, Radosavljević Milica: Novija saznanja u pogledu izbora hibrida za silažu. Institut Agroekonomik, Beograd Zbornik naučnih radova, (2003)9:1, s. 301-308.
- [5] Milašinović Marija: Fizičke, hemijske i tehnološke karakteristike novih ZP hibrida kukuruza, Magistarski rad, Tehnološki fakultet, Novi Sad, 2005.
- [6] Milašinović Marija, Radosavljević Milica, Jovanović Snežana, Jakovljević J: Fizičke, hemijske i tehnološke karakteristike novih ZP hibrida kukuruza, Institut Agroekonomik, Beograd, Zbornik naučnih radova, (2004)10:1, s. 27-33.
- [7] Pejić Đ: Silažni kukuruz - Tehnologija proizvodnje i siliranje, Zemun Polje, Beograd-Zemun, 1994.
- [8] Radosavljević Milica, Božović Irina, Jovanović R, Žilić Slađana: A genetic base of utilization of maize cob as a valuable naturally renewable raw material, Genetika, (2004)36:3, s.189-196.
- [9] Radosavljević Milica, Filipović Nada, Božović Irina, Jovanović R: Mogućnosti korišćenja različitih ZP genotipova kukuruza u proizvodnji hleba, PTEP-časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivrdi, (2003)7:1-2, s. 20-22.
- [10] Radosavljević Milica, Filipović Nada, Jovanović R, Žilić Slađana: Kalitet hleba sa mikronizovanim zrnom kukuruza, PTEP-časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivrdi, (2004)8:1-2, s. 3-5

Primljeno: 02.03.2005

Prihvaćeno: 07.03.2005.