

## KVALITET ZRNA ZP HIBRIDA KUKURUZA SPECIFIČNIH SVOJSTAVA

*M. Radosavljević, Z. Pajić, M. Milašinović\**

Stvaranje hibrida specifičnih svojstava za određene namene pruža velike i nove mogućnosti za obogaćenje asortimana biološki vredne hrane na bazi kukuruza. U radu su opisani kvalitet i mogućnosti korišćenja zrna odabranih ZP hibrida specifičnih svojstava. Dat je i uporedni prikaz fizičkih karakteristika, strukture i hemijskog sastava kukuruza belog i crvenog zrna, hibrida kokičara, tvrduca, polutvrduca i voštanog tipa kukuruza u odnosu na odgovarajuće karakteristike hibrida standardnog hemijskog sastava zrna.

**Ključne reči:** kukuruz, ZP hibridi specifičnih svojstava, kvalitet zrna, proizvodi.

### Uvod

Kvalitet kukuruza, kao sirovine za industrijsku preradu i stočnu hranu, definisan je važećim Jugoslovenskim standardom sa obaveznom primenom JUS E.B3. 516/1. Osim ovog standarda kvalitet kukuruza direktno ili indirektno uslovljava još i nekoliko drugih propisa kao što su pravilnici o kvalitetu žita, stočne hrane i životnih namirnica.

Optimalno korišćenje kukuruza podrazumeva usaglašavanje karakteristika zrna sa zahtevima svake pojedinačne upotrebe. Kvalitet njegovog zrna zavisi od genetičke osnove odnosno vrste hibrida i uslova gajenja i spoljašnje sredine. Istraživanja tehnološkog, odnosno komercijalnog i upotrebno-kvaliteta ratarskih kultura i to u prvom redu kukuruza dobijaju poslednjih godina sve veći i zasluženi značaj u vodećim istraživačkim centrima u svetu (White and Johnson, 2003). S obzirom na pravce nutritivnih i tehnoloških istraživanja posebnu pažnju u novim projektima treba posvetiti razvoju linija i hibrida posebnih i jedinstvenih karakteristika zrna za širu namensku i ekološku proizvodnju kukuruza (Hallouer, 2004, Pajić 2005).

Cilj ovog rada je da prikaže kvalitet zrna veoma važnih ZP hibrida specifičnih svojstava kao što su kukuruz belog i crvenog zrna, kokičari, tvrduci, polutvrduci i voskovci.

---

\* Dr Milica Radosavljević, nučni savetnik, dr Zorica Pajić, naučni savetnik, mr Marija Milašinović, Institut za kukuruz „Zemun Polje“, Zemun –Beograd.

Rad je rezultat istraživanja koja finansira Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine Republike Srbije, Projekat: BTN-321001B.

## Materijal i metod rada

U Institutu za kukuruz do sada je od strane Saveznog zavoda za biljne i životinske genetičke resurse ukupno priznato 499 ZP hibrida kukuruza, 435 hibrida standardnog hemijskog sastava i 64 hibridi specifičnih svojstava zrna. Od toga je: 27 šećeraca (*su*), 11 kokičara (*k*), 5 lizinskih (*o<sub>2</sub>*), 8 uljanih (*u*), 2 voskovca (*wx*), 3 tvrduvca (*t*), 7 belog (*b*) i 1 hibrid crvenog zrna kukuruza (Drinić i sar., 2005). Za ova istraživanja je odabrano sedam ZP hibrida hibrida specifičnih svojstava i dva hibrida standardnog hemijskog sastava zrna. Sve korišćene metode detaljno su opisane u ranije objavljenim radovima (Radosavljević i sar., 2003, Radosavljević i sar., 2004, Milašinović 2005).

## Rezultati istraživanja i diskusija

Određivane su fizičke karakteristike (apsolutna i hektolitarska masa, gustina, indeks flotacije i apsorpcije vode, otpornost na mlevenje, udeo tvrde i meke frakcije endosperma i struktura zrna odnosno sadržaj perikarpa, klice i endosperma) i osnovni hemijski sastav zrna (skrob, proteini, ulja, celuloza i pepeo) devet odabranih ZP hibrida. Pored toga, ispitivana je mogućnost njihovog korišćenja u pekarskoj proizvodnji i tehnološki kvalitet u skrobarskoj odnosno mokroj preradi (prinosi vode od močenja, procesne vode, klice, mekinja, glutena i skroba, iskorišćenje i čistoća skroba, odnosno sadržaj proteina u izolovanom skrobu). Rezultati su prikazani u tabelama 1, 2, 3 i 4.

**Tab. 1.** Fizičke karakteristike zrna ZP hibrida kukuruza\*

Hibrid	AM	HM	G	IF	OM	TF	MF	IAV
ZP-74b	350,12	825,55	1,28	6,34	23,87	60,32	39,68	0,256
ZP-434	367,87	835,61	1,27	29,41	20,10	56,17	43,83	0,229
ZP 551b	259,97	853,83	1,26	12,60	13,50	65,07	34,93	0,237
ZP-611k	161,18	926,32	1,34	0	19,57	69,52	30,48	0,211
ZP-633	317,33	834,45	1,30	6,04	17,50	60,55	39,45	0,231
ZP-677	343,72	798,92	1,27	29,90	15,17	54,16	45,84	0,248
ZP-704wx	297,53	826,14	1,25	25,86	12,47	55,73	44,27	0,279
ZP-709t	326,52	872,16	1,30	0,37	18,33	64,22	35,78	0,198
ZP Rumenka	284,91	822,77	1,28	26,64	16,90	61,81	38,19	0,232

\*AM - apsolutna masa, (g); HM - hektolitarska masa, (kg/m<sup>3</sup>); G - gustina, (g/cm<sup>3</sup>); IF - indeks flotacije (%); OM - otpornost na mlevenje, (s); TF - tvrda frakcija endosperma, (%); MF - meka frakcija endosperma, (%); IAV - indeks apsorpcije vode.

Sve aktivnosti u okviru programa oplemenjivanja kukuruza specifičnih svojstava zrna su u funkciji stvaranja sirovina za preradu i prehrambenu industriju a sve zajedno u funkciji stvaranja proizvoda za tržište. Proizvodnja i potrošnja specifičnih tipova kukuruza se povećava a time i potrebe za njihovu preradu. Imajući u vidu zadovoljavajuću genetičku varijabilnost različitih svojstava zrna kukuruza, kompozicija zrna se selekcijom može menjati u pogledu količine i kvaliteta pojedinih sastavnih delova. Zahtevi prerade

kukuruz su brojni i različiti. Selekcioni navedenih tipova kukuruza ulažu napore da ispunite te zahteve kao i zahteve i tržišta uopšte. Glavna osobina po kojoj se kokičar razlikuje od ostalih tipova kukuruza je formiranje krupne pahulje ili kokice posle eksplozije zrna kao odgovor na zagrevanje. Zbog povećanja upotrebe kukuruza belog i crvenog zrna, tvrdunaca i polutvrdunaca, voštanog tipa kukuruza u dobijanju specijalnih proizvoda za ljudsku ishranu i u tehničku upotrebu na bazi suve i mokre meljave i zbog jednog broja specijalnog zahteva u oplemenjivanju, navedeni tipovi kukuruza se mogu svrstati među specifične tipove kukuruza. Korišćenje kukuruza specifičnog tipa endosperma se značajno promenilo u poslednjih nekoliko decenija, praktično je prestala njegova upotreba u ishrani domaćih životinja, dok je istovremeno povećano njihovo korišćenje za potrebe izrade biološki visokovredne hrane za ljude i nekih tehničkih proizvoda.

**Tab. 2.** Struktura zrna ZP hibrida kukuruza

Hibrid	Perikarp (%)	Klica (%)	Endosperm (%)
ZP-74b	7,63	10,88	81,49
ZP-434	6,93	10,96	82,12
ZP 551b	5,58	11,02	83,40
ZP-611k	7,67	9,61	82,72
ZP-633	5,26	10,05	84,69
ZP-677	5,67	10,55	83,78
ZP-704wx	5,54	11,01	83,45
ZP-709t	5,09	10,24	84,67
ZP Rumenka	7,89	11,88	80,23

**Tab. 3.** Hemijski sastav zrna ZP hibrida kukuruza

Hibrid	Skrob (%)	Ulje (%)	Proteini (%)	Celuloza (%)	Pepeo (%)
ZP-74b	71,54	4,74	10,08	1,58	1,36
ZP-434	70,92	5,10	9,68	1,80	1,35
ZP 551b	69,6	5,1	10,4	2,5	1,4
ZP-611k	69,88	4,80	12,44	1,90	1,51
ZP-633	73,99	4,99	9,53	1,50	1,23
ZP-677	74,39	4,90	8,64	1,56	1,20
ZP-704wx	72,65	5,11	9,62	1,69	1,51
ZP-709t	72,82	5,34	9,41	1,10	1,31
ZP Rumenka	65,22	5,38	10,70	2,08	1,49

Apsolutna masa zrna ispitivanih hibrida kretala se u rasponu od 161,18 g (ZP 611k) do 367,87 g (ZP 434). Hektolitarska masa i gustina zrna kretale su se od 798,92 kg m<sup>-3</sup> i 1,25 g cm<sup>-3</sup> kod hibrida ZP 677 i ZP 704wx do 926,32 kg m<sup>-3</sup> i 1,34 g cm<sup>-3</sup> kod hibrida ZP 611k. Indeks flotacije kao veoma značajan pokazatelj tvrdoće kretao se od 0 za ZP 611k do 29,90 za ZP 677. Otpornost na mlevenje je bila u rasponu od 12,47 s (ZP 704wx) do 23,87 s (ZP 74b), dok se udeo tvrde i meke frakcije endosperma kretao od 54,16 odnosno 45,84% za ZP 677 do 69,52 odnosno 30,48% za ZP 611k. Indeks adsorpcije vode kod ispitivanih hibrida bio je u veoma širokom intervalu, od najnižeg 0,198 (ZP 709t) do najvišeg 0,279 (ZP 704wx). Rezultati ispitivanja strukture zrna pokazuju da se udeo

fizičkih delova zrna kretao u sledećim intervalima vrednosti: endosperm 80,2-84,7%, klica 9,6-11,9% i perikarp 5,1-7,9%. Osnovni hemijski sastav zrna ispitivanih hibrida bio je u sledećim intervalima: sadržaj skroba od 65,22 do 74,39%; ulja od 4,74 do 5,38%; proteina od 8,64 do 12,44%; celuloze od 1,10 do 2,50 i pepela od 1,20 do 1,51%. Ovako velike razlike u ispitivanim karakteristikama su dobra osnova i pretpostavka za njihovu široku primenu.

I pored visoke nutritivne vrednosti zrna kukuruza njegovo učešće u ishrani je malo. Nutricionista se zalažu za što veće učešće celog zrna različitih žita u ishrani jer se na taj način u organizam unose neophodni vitamini, minerali i prehrambena vlakna – deficitarne materije U Institutu za kukuruz je osvojena proizvodnja većeg broja proizvoda visokovredne hrane od kukuruza (*Radosavljević i sar., 2005*). Kao prvo tu je ZP Hleba sa biološki vrednim sastojcima kukuruza crvenog i žutog zrna. 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 i ostale delove zrna koji doprinose drugačijem sastavu aminokiselina, minerala i povećanom sadržaju vlakana komponentata 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  $\beta$ -karotina, važnih prirodnih antioksidanasa. U proizvodnji ZP hleba koristi se mikronizovano brašno koje doprinosi produženju svežine hleba što 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. Razvijen je i tehnološki proces proizvodnje tri vrste integralnog kukuruznog brašna od mikronizovanog kukuruza posebno odabranih ZP genotipova: crvenog, žutog i belog zrna. Ovi novi mlinski 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 odlikuju se poboljšanim sadržajem neophodnih nutritivnih komponentata (proteina, ulja, ugljenih hidrata, vlakana, vitamina, antocijana, odnosno  $\beta$ -karotina i minerala). Najnoviji ZP proizvod visokovredne hrane ZP proja sa svim biološki vrednim sastojcima kukuruza ima karakteristike tradicionalne, odnosno na-

cionalne hrane. Svi ZP proizvodi iz programa biološki vredne hrane su nagrađeni sa šest zlatnih medalja i diplomom sa posebnim priznanjem za program biološki vrednih proizvoda 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 u Novom Sadu.

Najznačajniji parametri za ocenu tehnološke vrednosti zrna hibrida kukuruza u mokroj odnosno skrobarskoj preradi su prinosi, iskorišćenje i čistoća skroba, odnosno sadržaj proteina u izolovanom skrobu. Visoko iskorišćenje i prinosi skroba, kao i nizak sadržaj proteina u dobijenom skrobu su osnovni pokazatelji dobro izvedenog postupka mokrrog mlevenja kukuruza. U ovim kao i našim ranijim istraživanjima utvrđeno je da ZP hibridi sa povećanim sadržajem skroba, manjom hektolitarskom masom i gustinom zrna, a većim udelom meke frakcije endosperma daju veće prinose skroba u mokroj preradi (Milašinović, 2005). Ranije objavljeni rezultati stranih autora pokazuju da varijabilnost prinosa skroba u mokroj preradi najviše zavisi od genetičke osnove (oko 70%), dok je uticaj faktora spoljašnje sredine oko 30% (Singh et al., 2001). Sadržaj proteina u skrobovima izolovanim iz odabranih ZP hibrida bio je veoma nizak (<0,3%), što ukazuje na dobar kvalitet odnosno čistoću dobijenih skrobova. Prema saržaju amiloze dobijeni skrobovi se mogu podeliti u dve grupe: normalne koji sadrže oko 24% amiloze (ZP 434, ZP 633, ZP 677 i ZP Rumenka) i voštane kukuruzne skrobove koji sadrže oko 1% amiloze (ZP 704wx). Dobijeni su karakteristični viskoamilogrami na osnovu kojih su utvrđene razlike viskoziteta tokom kuvanja ispitivanih skrobova.

## **Zaključak**

Velike razlike u ispitivanim fizičkim karakteristikama i hemijskom sastavu zrna ZP hibrida specifičnih svojstava prižaju raznovrsne mogućnosti njihove uprimene.

Iskustva i rezultati dobijeni u Institutu za kukuruz su od izuzetnog značaja i mogu se primeniti u širokoj proizvodnoj praksi što bi ubrzalo razvoj malih i srednjih preduzeća za preradu kukuruza i u krajnjoj meri odrazilo na još intenzivnije korišćenje i bolju valorizaciju ove naše najznačajnije ugljenohidratne prirodnoobnovljive sirovine.

Veoma je važno za sadašnje i buduće generacije da se rad na realizaciji projekata u oblasti nauke i tehnologije prerade kukuruza koja je posmatrano i u svetskim razmerama veoma značajna, interesantna i aktuelna, a koji za cilj imaju unapređenje korišćenja kukuruza nastavi i u budućnosti.

## Literatura

1. *Drinić, G., Stanković, G., Pajić, Z., Vančetović, J., Ignjatović-Micić D. (2005):* Sixty years of ZP maize hybrids breeding, International Maize Conference: Accomplishments and perspectives, Maize Research Institute Zemun Polje, Belgrade, Book of Abstracts, 4.
2. *Hallouer, A.R. (2004):* Speciality Corns, Chapter 4.4. in *Corn: Origin, History, technology, and Production*, edited by C. Wayne Smith, John Wiley&Sons, Inc.
3. *Milašinović, M. (2005):* Fizičke, hemijske i tehnološke karakteristike novih ZP hibrida kukuruza, Magistarski rad, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
4. *Pajić, Z., Vančetović, J., Radosavljević, M. (2005):* Hibridi kukuruza specifičnih svojstava za industrijsku preradu, PTEP 9, 1-2, 18-21.
5. *Radosavljević, M., Filipović, N., Jovanović, R., Žilić, S. (2004):* Kvalitet hleba sa mikronizovanim kukuruzom. PTEP 8, 1-2, 3-5.
6. *Radosavljević, M., Filipović, N., Božović, I., Jovanović, R. (2003):* Mogućnosti korišćenja različitih ZP genotipova kukuruza u proizvodnji hleba. PTEP 7, 1-2, 20-22.
7. *Radosavljević, M., Jovanović, R., Vančetović J., (2005):* Kvalitet zrna i mogućnosti korišćenja ZP hibrida kukuruza. PTEP 9, 1-2, 12-14.
8. *Singh, S.K., Johnson, L.A., Pollak, L.M., Hurburgh, C.R. (2001):* Heterosis in compositional, physical, and wet-milling properties of adapted x exotic corn crosses. *Cereal Chem.*, 78, 3, 336-341.
9. *White, P.J., Johnson, L.A. (2003):* *Corn-Chemistry and Technology*, American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, Minnesota, USA.

UDC:633.15:631.527  
Original scientific paper

## GRAIN QUALITY OF ZP SPECIALTY CORN HYBRIDS

*M. Radosavljević, Z. Pajić\**

### Summary

Specialty corn breeding program provides a wide range of new possibilities for the development of biologically valuable food based on corn. This paper describes the grain quality of selected ZP specialty corn hybrids. The physical properties, structure and chemical composition of the corn kernel of white and red corn, popcorn, flint and semi-flint corn, and waxy type corn were also compared with those of standard kernel quality.

**Key words:** corn, ZP specialty corn hybrids, grain quality, products.

---

\* Milica Radosavljević, Ph.D., Zorica Pajić, Ph.D., Maize Research Institute „Zemun Polje“, Zemun-Belgrade.  
This paper financed by Ministry of Science and Environmental Protection, Projekt BTN-321001B