

OPLEMENJIVANJE KUKURUZA ŠEĆERCA ZA RAZLIČITE NAČINE POTROŠNJE

SWEET MAIZE BREEDING FOR DIFFERENT CONSUMPTION PURPOSES

*Dr Zorica PAJIĆ, mr Jelena SRDIĆ, dr Milomir FILIPOVIĆ
Institut za kukuruz «Zemun Polje», Beograd*

REZIME

Kukuruz šećerac se koristi za ljudsku ishranu u mlečnoj fazi razvoja endosperma, kada je zrno nežno, sočno i slatko. Najveći broj komercijalnih hibrida kukuruza šećerca se zasniva na jednom ili više recesivnih alela koji menjaju ugljenohidratni sastav endosperma.

Kukuruz šećerac se proizvodi za različite načine korišćenja. Svaki način iskorišćavanja šećerca, pored prinosa i nežnosti perikarpa, ima specifične zahteve za određenim kvalitetom. Ukus (slatkoća) i izgled klipa su na prvom mestu po važnosti za potrošnju šećerca u svežem stanju. Šećerac koji se transportuje na velika rastojanja treba da ima uniformno stasavanje (sazrevanje) klipova da bi se redukovao procenat otpadaka u mehaničkoj berbi useva. Zadržavanje slatkoće posle transporta je takođe veoma važna osobina. Oblik i ujednačenost klipa, boja zrna, građa i ukus su veoma važni kod izbora hibrida za komercijalnu proizvodnju. Komercijalna prerada (konzerviranje ili zamrzavanje) zahteva ujednačenu veličinu i oblik klipa. Građa zrna, oblik, veličina i ispunjenost zrna posle rezanja su zahtevi za više načina iskorišćavanja (prerade) šećerca.

***Ključne reči:** kukuruz šećerac, kvalitet zrna, industrijska prerada.*

SUMMARY

Sweet maize is consumed as human food in the milk stage of the endosperm development when the kernel is soft, sweet and succulent. The highest number of commercial sweet maize hybrids is based on one or more recessive alleles that alter a carbohydrate content of the endosperm.

Sweet maize is produced for different purposes. Each mode of its utilisation, beside the yield and softness of the pericarp, has its specific requirements for certain quality. The taste (sweetness) and the ear appearance are the most important for sweet maize fresh market. Sweet maize that is transported needs to be of the uniform maturity in order to reduce the percentage of residues at mechanical harvest of the crop. Maintenance of sweetness after transport is also a very important trait. The shape and uniformity of the ear, the kernel colour, structure and taste are very important in selection of hybrids for the commercial production. Commercial processing (tinning or freezing) requires the uniform size and shape of the ear. The kernel structure, shape, size and fulfilment after cutting are requirements for several modes of utilisation (processing) of sweet maize.

***Key words:** sweet maize, grain quality, industrial processing.*

UVOD

Kukuruz šećerac se koristi za ljudsku ishranu u mlečnoj fazi razvoja endosperma, i jedno je od najpopularnijih povrtarskih kultura, a potrošnja se iz godine u godinu povećava u našoj zemlji i većini zemalja širom sveta.

Najveći broj komercijalnih hibrida kukuruza šećerca se zasniva na jednom ili više recesivnih alela koji menjaju ugljenohidratni sastav endosperma. Homozigotni recesivni gen (*sugary, su*), koji je najviše korišćen tridesetak godina unazad, ima nedostataka, a osnovni je u tome što relativno kratak period u toku koga zrno zadržava visok kvalitet. Prepoznavanje dodatnih gena endosperma koji bi uslovlili viši nivo šećera, kao i produžen period prihvatljivog kvaliteta zrna je vodio korišćenju tih gena u razvoju i poboljšanju šećerca. Različiti geni koji se koriste u oplemenjivanju kukuruza šećerca uslovljavaju kvalitet zrna koji se razlikuje od kukuruza standardnog kvaliteta (ukus, nežnost, konzistencija), izgled klipa i biljke, i životnu sposobnost semena. Kukuruz šećerac razlikuje se od drugih tipova kukuruza po prisustvu jednog ili više recesivnih gena koji menjaju sintezu skroba u endospermu pa se šećerac koristi kao povrće.

Kukuruz šećerac se proizvodi za različite načine korišćenja. Svaki način iskorišćavanja šećerca, pored prinosa i nežnosti perikarpa, ima specifične zahteve za određenim kvalitetom. Ukus (slatkoća) i izgled klipa su na prvom mestu po važnosti za

potrošnju šećerca u svežem stanju. Zadržavanje slatkoće posle transporta je takođe veoma važna osobina. Oblik i ujednačenost klipa, boja zrna, građa i ukus (naročito slatkoća) se veoma ozbiljno razmatraju kada se bira hibrid za komercijalnu proizvodnju. Industrijska prerada (konzerviranje ili zamrzavanje) zahteva ujednačenu veličinu i oblik klipa. Građa zrna, oblik, veličina i ispunjenost zrna posle rezanja su zahtevi za više načina iskorišćavanja (prerade) šećerca, (Boyer and Shannon, 1987). Veliki broj hibrida kukuruza šećerca je stvoren u svetu, različite dužine vegetacije, sa različitim genima i kombinacijama gena koji povećavaju sadržaj šećera u zrnu, obični (*sugary*) šećerci, supersweet – sa povećanim sadržajem šećera u zrnu, za različite namene. Skoro celokupna selekcija kukuruza šećerca u svetu se obavlja u privatnim kompanijama gde je selekcion materijal zaštićen, nije dostupan javnosti. Seme kukuruza šećerca je jedan od najprofitabilnijih proizvoda.

MATERIJAL I METOD

U selekciji kukuruza šećerca se koriste metode i tehnike koje se koriste u selekciji kukuruza standardnog kvaliteta zrna, ali postoje i određene razlike u postupcima zbog razlika u korišćenju proizvoda, efekta ksenija i prirode visoke kvarljivosti finalnog proizvoda. Metodi koji će se koristiti u jednom selekcionom programu kukuruza šećerca zavise od specifičnih ciljeva programa i raspoloživog selekcionog materijala. Na

primer, mada je prinos uvek važan, značenje "prinosa" se menja zavisi od tržišta. Za industrijsku preradu gde se zamrzava klip važan je broj klipova po hektaru. U slučaju konzerviranja rezanog zrna važan je prinos zrna. Za neka tržišta važna je težina pojedinačnog klipa, (Tracy, 2001). Glavni resursi u selekciji šećerca su elitni hibridi, elitne samooplodne linije i sintetičke populacije, (Pajić i Dumanović, 1998).

Nove hibridne kombinacije kukuruza šećerca u Institutu za kukuruz „Zemun Polje”, se ispituju u uporednim ogledima po slučajnom blok sistemu (24 hibrida u ogledu). U ogled su, pored novih hibrida, uključena i dva do tri standardna sa kojima se upoređuju hibridi koji se ispituju. Berba se obavlja 21 do 24 dana posle oplodnje, zavisi od klimatskih uslova, kada je zrno u mlečnoj fazi. Berba se obavlja otkidanjem klipova sa komušinom da ne bi došlo do povrede zrna koje je nežno. Meri se prinos klipa sa komušinom, prinos klipa bez komušine, dužina klipa, ujednačenost klipa, broj redova zrna, ocenjuje se dubina zrna, boja, miris i ukus.

U poređenju sa drugim tipovima kukuruza, vremenski raspon za ocenu prinosa i osobina kvaliteta hibrida šećerca je vrlo ograničen - samo 5 do 7 dana, zavisi od klimatskih uslova. Odabiranje hibrida u prvoj fazi je zasnovano na osobinama koje su relativno visokonasledne, kao što je izgled klipa i zrna, veličina klipa i krupnoća zrna. Cilj programa selekcije šećerca je identifikacija najboljih hibrida za različite načine korišćenja. Mnoge osobine mogu biti brzo, efikasno i subjektivno ocenjene. Za merenje osobina kao što je sadržaj šećera, nežnost, i sočnost potrebna je oprema. Pošto su ove analize skupe i zahtevaju vreme, one se često rade u poslednjoj fazi programa testiranja hibrida. Prinos i komponente prinosa se određuju u svim fazama ispitivanja.

Postoje uređaji i tehnike za određivanje sadržaja šećera i suve materije (hromatografi, refraktometri, analizatori za šećer), debljine perikarpa i nežnosti (mikroskopi, tenderometri, i dr.). Naravno, svaka tehnika meri samo jedan parametar i ne može da odredi suptilan ukus koji je rezultanta kombinacije više različitih komponenta.

REZULTATI I DISKUSIJA

Hibridi kukuruza šećerca za potrošnju u svežem stanju. - Kukuruz šećerac se često koristi direktno u klip (tržište svežeg šećerca). Neke osobine koje su relativno malo važne kod drugih tipova kukuruza su kritično važne za potrošnju šećerca u svežem stanju. Osobina izgled klipa obuhvata broj redova zrna, konfiguraciju (raspored) redova (pravac i uređenje), ozrnjenost, širinu i dubinu zrna, oblik i veličinu klipa. Standard za ove karakteristike varira od tržišta do tržišta i od sezone do sezone gajenja. Adekvatna dužina komušine klipa je veoma važna jer sprečava oštećenja koja čine ptice i insekti. U mnogim krajevima je veoma važan izgled klipa sa komušinom za prodaju šećerca u svežem stanju. U tom slučaju klip treba da je obavijen komušinom tamno zelene boje i sa lisnim zastavicama na vrhu, sl.1. Za većinu tržišta svežeg šećerca najpoželjniji hibridi šećerca su oni koji imaju najmanje 16 pravo raspoređenih redova zrna, dubokog zrna, ozrnjenog klipa do vrha, dužine klipa 20-23 cm. Hibridi za tržište svežeg šećerca trebalo bi da proizvode veliki broj atraktivnih klipova po jedinici površine. Boja zrna varira zavisi od tržišta. Ako je hibrid izuzetan u nekom pogledu, može da se nađe kompromis za druge osobine. Ekstremno rani hibrid može da ima mali broj redova zrna, niži prinos, lošiji jestivi kvalitet u odnosu na hibride glavne sezone (Pajić et al, 2000; Tracy, 2001).

Hibridi kukuruza šećerca za industrijsku preradu. – Šećerci za industrijsku preradu mogu da se prerađuju konzerviranjem celog zrna, konzerviranjem kukuruznog krema, zamrzavanjem rezanog zrna i zamrzavanjem celog klipa. Svi hibridi za industrijsku preradu treba da su adaptirani za mehanizovanu berbu, komušanje i rezanje zrna. Ujednačenost u sazrevanju, obliku i veličini klipa su izuzetno važne osobine, (Marshall, 1987).



Sl. 1. Hibrid žutog zrna za tržište svežeg kukuruza šećerca
Fig.1. Yellow sweet corn for fresh market

Za hibride šećerca namenjene industrijskoj preradi tj. za rezanju zrna, najvažnije osobine su one koje uslovljavaju izgled zrna i normalan izgled (stanje) zrna posle rezanja, kao i boja zrna, širina i dubina. Dublja zrna obezbeđuju bolji izgled posle rezanja, a samim tim i bolji prinos. Od iste količine svežeg neprerađenog šećerca dobiće se veći prinos hibrida dubokog zrna nego od hibrida koji ima plitko zrno. Komušina klipa tokom prerade se relativno lako odstranjuje specijalnim komušaćima za kukuruz šećerac, pri čemu nema oštećenja zrna koje je veoma nežno. Nepoželjni su hibridi kod kojih su delovi komušine postavljeni između redova zrna. Oblik klipa je veoma važan u industriji za preradu šećerca. Blago zašiljen (u obliku sveće) klip najviše odgovara modernim mašinama za rezanje zrna za maksimalnu efikasnost i malo gubitaka (otpadaka). Bela ili svetlo zelena boja svile je najviše tražena kako u industriji za preradu šećerca tako i na tržištima svežeg šećerca. Boja oklaska je obavezno bela, (Pajić et al, 2000), sl. 2.



Sl. 2. Hibrid kukuruza šećerca za industrijsku preradu
Fig.2. Sweet corn hybrid for processing

Svetlo žuta boja zrna je najpoželjnija, mada se prerađuju i neki hibridi belog zrna. Nežnost zrna je važna u određivanju kvaliteta za sve načine prerade. Ukus je takođe veoma značajan, ali slatkoća može da se popravi dodavanjem šećera tokom procesa prerade. Ponekad se dodaje i so, zavisno od tržišta za koje se priprema proizvod. Kada se prerađuje *sh2* tip šećerca, redukuje se količina ili se uopšte ne dodaje šećer, (Boyer and Shannon, 1987).

U većini slučajeva kod zamrzavanja celog klipa šećerca, zahtevi su slični kao za potrošnju hibrida u svežem stanju - povećani broj klipova po jedinici površine (kao glavni parametar prinosa) i poželjan izgled klipa. Izgled komušine i ozrnjenost vrha nisu važni zato što se vrh klipa skraćuje. Veliki je interes za korišćenje hibrida sa povećanim sadržajem šećera u zrnu za zamrzavanje zbog nemogućnosti dodavanja šećera da bi se poboljšao ukus zaleđenom proizvodu, (Pajić et al, 1994; Pajić i Dumanović, 1998; Pajić et al. 2000; Tracy, 2001).

U tabeli 1. su prikazani prinosi, procenat rezanog zrna i ocene kvaliteta nekih ZP hibrida kukuruza šećerca. Ocena kvaliteta obuhvata ukus, boju zrna, slatkoću, konzistenciju i izgled.

Tabela. 1. Prinosi klipa, randman zrna i ocena kvaliteta nekih ZP hibrida kukuruza šećerca

Table. 1. Yield of ear, % of kernels and organoleptic properties of released ZP sweet corn hybrids

Hibrid / Hybrid	Prinos klipa (t/ha ⁻¹) / Yield of ear (t/ha ⁻¹)	% zrna / % of kernels	Ocena kvaliteta (poena) Assessment of quality Total points (100%)
ZPSC 213 su	12,5	45	96
ZPSC 391 su	13,0	41	90
ZPSC 411 su	16,7	43	93
ZPSC 424 su	15,6	46	86
ZPSC 504 su	14,3	45	96
ZPSC 421 su	12,9	42	89
ZPSC 471 su	12,8	43	81
ZPSC 531 su	17,3	44	83
ZPSC 111 su	11,6	39	76
ZPSC 462 su	13,1	42	85

ZAKLJUČAK

Kukuruz šećerac se često koristi direktno u klip, pa su osobine klipa veoma važne. Osobina izgled klipa obuhvata broj redova zrna, konfiguraciju - raspored redova (pravac i uređenje), ozrnjenost, širinu i dubinu zrna, oblik i veličinu klipa. Za hibride šećerca koji se koriste za industrijsku preradu tj. za rezanje zrna, najvažnije osobine su one koje uslovljavaju izgled zrna (stanje) posle rezanja, kao i boja zrna, širina i dubina. Dublja zrna obezbeđuju bolji izgled posle rezanja, a samim tim i bolji prinos. Oblik klipa je veoma važan u industriji za preradu šećerca. Olemenjivanjem se stvaraju hibridi za različite načine korišćenja, tj. onakvi kakve tržište zahteva.

NAPOMENA: Rad je rezultat dela programa Projekta BT-6800B: »Oplemenjivanje kukuruza šećerca i kokičara«, koji finansira Ministarstvo nauke Republike Srbije.

LITERATURA

- [1] Boyer C.D. and J.C.Shannon (1987): Carbohydrates of the kernel. In: Corn: Chemistry and Technology, Watson, S.A., and E.P.Ramstad., Eds., Am. Ass. of Cereal Chemists, St.Paul, MN., USA.
- [2] Marshall S.W. (1987): Sweet corn. In: Corn: Chemistry and Technology. Watson, S.A. and P.E. Ramstad, Eds., Amer. Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.
- [3] Pajić Zorica, Babić M., Radosavljević Milica (1994): Effects of Sucrose Content of grain Quality of Sweet Corn (*Zea mays L.saccharata*). Genetika, Vol.26, No.2, 111-115. (UDC: 547.45.633.15.2).
- [4] Pajić Zorica, Dumanović J. (1998): SPECIFIČNI TIPOVI KUKURUZA. Monografija. Institut za kukuruz «Zemun Polje», Beograd. Pp, 1-207.
- [5] Pajić Zorica, Dumanović J., Mišović M. and Rošulj M. (2000): Breeding Maize for Nutritional Value and Industrial Use. Maize and Sorghum Breeding at the End of 21st Century. Genetika. Vol.32. No. 3. Pp.255-282.
- [6] Tracy W.F. (2001): Sweet corn. In: Specialty Corns, Second Edition. Arnel R. Hallauer Edition. CRC Press Inc., Ames, Iowa, USA, 155-198.

Primljeno: 01.3.2008.

Prihvaćeno: 13.3.2008.