

ZNAČAJ KONTINUIRANOG UNAPREDJENJA PROIZVODNJE I KONTROLE OSNOVNOG SEMENA ZP HIBRIDA KUKURUZA

Mile Sečanski^{1*}, Mladen Mirić¹, Čedomir Radenović², Ksenija Marković¹,
Života Jovanović¹, Aleksandar Popović¹

Izvod

U procesu proizvodnje kukuruza jedan od ključnih činilaca je kvalitetno seme, bez kojeg nema ni kvalitetne proizvodnje merkantilnog zrna. Takodje proizvodnja hibridnog semena je uslovljena proizvodnjom osnovnog semena roditeljskih linija. Po zakonu o semenu iz 2005. godine definicija kategorije osnovnog semena glasi: Osnovno seme jeste original samooplodnih biljnih vrsta, komponente hibrida i elita krompira. Proizvodi se pod kontrolom ministarstva nadležnog za poslove poljoprivrede (u daljem tekstu: Ministarstvo), a koristi se za proizvodnju sertifikovanog semena prve generacije.

U radu se izlaže hronološki pregled aktivnosti od 1945. do danas koje su dovele do savremene proizvodnje semena kukuruza kod nas, a koje se zasnivaju na naučno-tehničkim dostignućima iz brojnih oblasti, počevši od genetike i oplemenjivanja, preko tehnologije gajenja, dorade, kontrole kvaliteta i zakonske regulative koja sve ovo prati. Prelazak na hibridni koncept oplemenjivanja i proizvodnje kukuruza omogućio je, uz stvaranje značajnog profita, zadivljujući razvoj u oblasti oplemenjivanja i semenarstva kukuruza, pa je semenarstvo kukuruza postalo industrija visoke tehnologije. Naučnostručni rad na unapredjenju proizvodnje osnovnog semena ZP hibrida kukuruza odvijao se po etapama, i uglavnom je pratio dostignuća iz oplemenjivanja i genetike kukurza kao i dostignuća iz tehnologije gajenja i dorade.

Kako bi se održao visok nivo kvaliteta hibridnog semena, kao krajnjeg proizvoda, moraju se ulagati kontinuirani naponi i u unapredjenje tehnologije proizvodnje, sušenja, dorade, skladištenja, genetičke čistoće, osnovnog semena roditeljskih linija ZP hibrida kukurza, koji zauzimaju značajan procenat proizvodnih površina kako Srbije tako i zemalja u regionu.

Ključne reči: sorta, inbred linija, hibrid, kukuruz

Pregledni stručni rad (Review professional paper)

¹Sečanski M., Mirić M., Radenović Č., Marković K., Jovanović Ž., Popović A., Institut za kukuruz "Zemun Polje", Slobodana Bajića 1, 11185 Zemun Polje.

²Radenović Č., Fakultet za fizičku hemiju, Univerziteta u Beogradu, Studentski trg 12, Beograd

**U slavu velikog jubileja "70 godina naučnostručnog rada na osnovnom semenu ZP hibrida kukuruza", autori ovaj rad posvećuju uspomeni na život i delo dr Milorada Pipera i dr Vladimira Trifunovića, utemeljivača rada na hibridnom semenu kukuruza.

*e-mail: msecanski@mrizp.rs

Moderna selekcija kukuruza – osnov za stvaranje poslovnog koncepta u smenarstvu kukuruza

Pre devedeset godina proizvedeno je prvo osnovno seme hibridnog kukuruza u svetu, pre osamdeset godina sreće se prvo zalaganje u Srbiji da se pristupi hibridizaciji kukuruza, pre sedamdeset godina je nastao, Instituit za kukuruz „Zemun Polje“, pre šezdeset godina prodavano je prvo hibridno seme koje je proizveo Institut za kukuruz, a pre pedeset pet godina, u sopstvenoj sušari, osušeno je prvo seme četvorolinijskih ZP hibrida kukuruza.

Danas nije moguće zamisliti savremenu proizvodnju kukuruza bez upotrebe hibridnog semena. Kako je kukuruz, po prirodi, stranooplodna biljka, proizvodnja hibridnog semena se mora obavljati pod kontrolom čoveka. Prelazak na hibridni koncept je omogućio neobičan tempo razvoja oplemenjivanja i semenarstva kukuruza u poslovnom-komercijalnom smislu, uz primenu najsavremenijih naučnih dostignuća iz brojnih oblasti bioloških i tehnoloških nauka.

Ovo je istovremeno prilika da se oda priznanje onima koji su od osnivanja Instituta za kukuruz bili nosioci proizvodnje, stručnih i naučnih radova o osnovnom semenu kukuruza. „Ništa nije počelo samo od sebe, nečemu što se zbililo nešto je prethodilo. Tako je i sa modernom selekcijom kukuruza u nas...“ Ovim rečima dr Vlada Trifunović započeo je svoje izlaganje na temu „Genetika i oplemenjivanje kukuruza“, 1986 u Beogradu. I zaista je prethodilo mnogo toga o čemu postoje pisani tragovi autora: Milorada Pipera, Nikole Peševa, Jelene Pavličić, Vlade Trifunovića, Lazara Kojića, Mileta Ivanovića i drigih, koji

su detaljno obradili poreklo, nastanak i osobine domaćih populacija kukuruza kao i prve korake u oplemenjivanju kukuruza, ali i delatnostima koje su dovele do stvaranja savremenih programa oplemenjivanja kukuruza kod nas.

Naučnostručni rad na unapredjenju proizvodnje i dorade semena ZP hibrida kukuruza razvijao se u skladu sa etapama razvoja oplemenjivanja u periodu od 1945-2015. godine. Pored toga što se bivša Jugoslavija geografski nalazila u tzv. evropskom kukuruznom pojasu, vršena je intenzivna obuka svih profila potrebnih u semenarstvu ali i istovremena izgradnja sušara i drugih doradnih kapaciteta i opreme neophodnih za savremenu doradu semena. Zahvaljujući tome Jugoslavija je veoma brzo, pored obezbedjenja sopstvenih potreba, postala i značajan izvoznik semenskog kukuruza.

Razvoj moderne selekcije, a samim tim i semenarstva u Institutu za kukuruz „Zemun Polje“ započinje 1953. godine, kada je oformljen petočlani tim jugoslovenskih stručnjaka i poslat na specijalizaciju u SAD, sa ciljem da ovladaju znanjima neophodnim za otpočinjanje rada na modernom oplemenjivanju i semenarstvu kukuruza. Do tog perioda u proizvodnji su dominirale slobodnooprašujuće sorte kukurza nastale uglavnom masovnom selekcijom iz potomstava ukrštanja sorata zubana američkog kukuruznog pojasa sa do tada odomaćenim sortama tvrdunaca (Tab. 1). Međutim, postojale su i manje raširene lokalne sorte u okolinama Niša, Kruševca, Kragujevca, Valjeva, Šapca, Pirota, Zrenjanina i Vršca, nastale uglavnom spontano, u procesu prirodnog ukrštanja i odabiranja.

Tabela 1. Sorte kukuruza poreklom iz Srbije
 Table 1. Open polinated maize varieties (OPV) originated from Serbia

Redni broj	Naziv sorte	Tip zrna sorte	Lokacija porekla sorte
1.	Rumski zlatni zuban	zlatni/zuban	Sremski okrug
2.	Šidski žuti zuban	žuti/zuban	Sremski okrug
3.	Novosadski zlatni zuban	zlatni/zuban	Bački okrug
4.	Pečki žuti zuban	žuti/zuban	Kosovsko-metohijski okrug
5.	Žuti osmak		Više okruga u Srbiji
6.	Pečki beli tvrđunac	beli/tvrđunac	Kosovsko-metohijski okrug
7.	Žuti konični	žuti/zuban	Više okruga Srbije
8.	Timočki višeredi žuti tvrđunac	žuti/tvrđunac	Negotinski okrug
9.	Leskovački beli osmak	beli/tvrđunac	Leskovački okrug
10.	Toplički beli tvrđunac	beli/tvrđunac	Toplički okrug
11.	Flajšmanov zuban	zuban	Bački okrug

Upotreba medjusortnih hibrida nije mimoišla ni nas, ali je taj period kratko trajao i nije dao očekivane rezultate. Pored brojnih objektivnih razloga ključni razlog za napuštanje ovog koncepta je bio pojava američkih međulinijjskih hibrida. Njihove brojne prednosti su brzo uočene kod naših oplemenjivača i semenara pa su tako i brzo prihvaćene. Ispitivanje njihove vrednosti započeto je u okviru jedne šire akcije FAO-a, sa ciljem ubrzanja razvoja ratom opustošene evropske privrede. U periodu od 1948-1954 u većini naših naučno-istraživačkih ustanova ispitivano je oko 150 američkih hibrida. Rezultati ovih pionirskih istraživanja su doveli do zaključka da je rodnost pojedinih ispitivanih hibrida u odgovarajućim reonima proizvodnje kukuruza za oko 20% veća od do tada gajenih sorata i međusortnih hibrida (Trifinović, 1986). Pored preporuka za gajenje ovih američkih hibrida, koje su upućene našim proizvođačima, donešena je i odluka o uvozu njihovih roditeljskih komponenti i organizaciji proizvodnje, kako osnovnog tako i komercijalnog-hibridnog semena. Tada su

uvezene sledeće značajne linije: WF9, 38-11, Hy, Oh7, L317, W32, W117, M14, N6, A374, A375, W153R, w37A, K148, K150. Tako, prvo osnovno roditeljsko seme dobijeno iz SAD-a zasejano je 1954. godine na 25 ha u Institutu za kukuruz i na još tri lokacije u Jugoslaviji (Vidojković i sar., 1995).

Zahvaljujući ovim početnim naporima nastupa period naučne selekcije i oplemenjivanja kukuruza, koji se bazira prvenstveno na otkriću fenomema heterozisa kao i brojnim saznanjima iz genetike, kao nove i mlade biološke discipline. Želja da se imaju sopstvene linije i hibridi, kao i potreba da se prevaziđu neke početne poteškoće u proizvodnji semena ali i da se zadovolji posleratni entuzijazam, doveli su do stvaranja prvih samooplodnih linija iz domaćih populacija kukuruza. U tabeli 2 navedene su neke od najznačajnijih ZP linija stvorenih u tom početnom periodu kao i imena stručnjaka koji su odigrali najveću ulogu u njihovom stvaranju i organizaciji proizvodnje i komercijalizacije. Kao rezultat ovih napora 1968. godine priznati su prvi dvolinijski hibridi: ZPSC6, ZPSC1, ZPSC3 i ZPSC4 Instituta za kukuruz iz Zemun Polja.

Tabela 2. ZP inbred linije stvorene iz sorata kukuruza iz Srbije
 Table 2. ZP maize inbred lines originated from Serbian OPVs

Redni broj	Naziv inbred linije stvorene iz sorti	Naziv sorte iz koje je stvorena inbred linija	Izvršioi programa selekcije
1.	R – 59		
2.	R – 67		
3.	R – 70		
4.	R – 70z		
5.	R – 290		
6.	R – 319	Rumski zlatni zuban	
7.	R – 348		
8.	R – 387		<u>Rukovodioci:</u>
9.	R – 398		M. Piper, direktor
10.	R – 455		V. Trifunović, zam. direktora
11.	R – 588		K. Rosić, šef selekcije
12.	Š – 26		<u>Glavni selekcioneri:</u>
13.	Š – 70	Šidski žuti zuban	V. Trifunović
14.	Š – 133		K. Rosić
15.	Š – 144		<u>Saradnici selekcionera:</u>
16.	PE – 417-5		J. Pavličić
17.	PE – 20-39	Pečki žuti zuban	R. Paranosić
18.	PE – 17-2-35		M. Mišović
19.	PE – 17-2-348		N. Pešev
			M. Vuković
20.	Tb – 15/1	Timočki višeredi	
21.	Td – 81/1-1	žuti tvrđunac	
22.	T – 768		

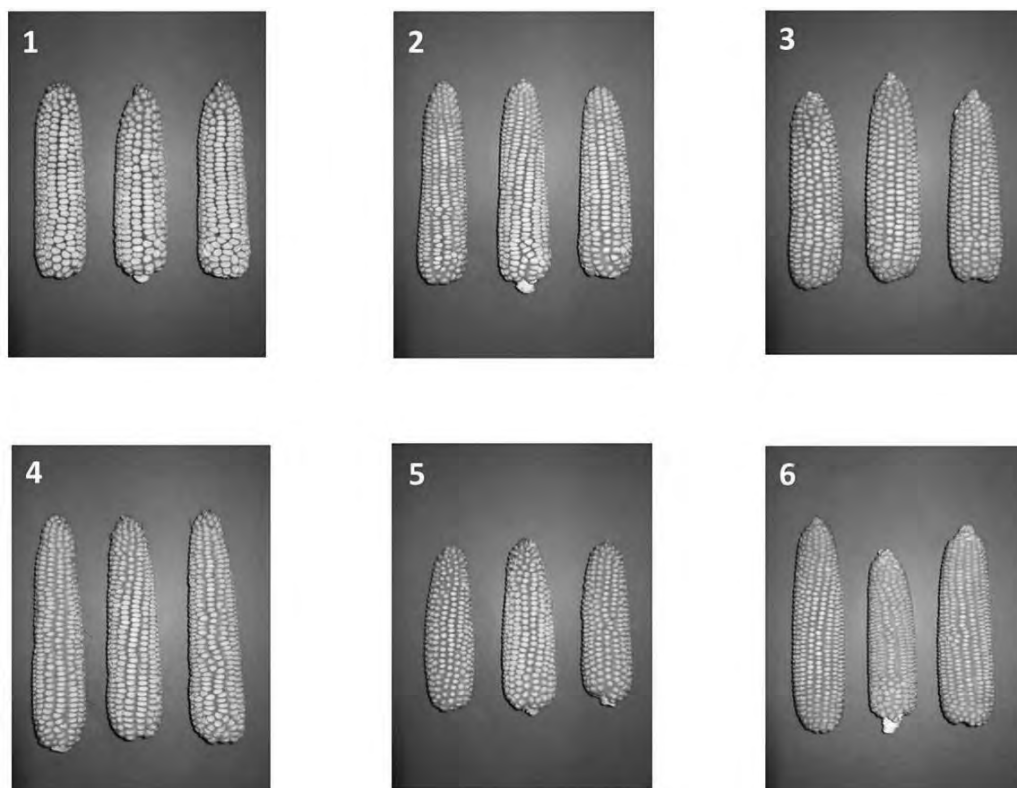
Prvi put je Institut za kukuruz posejao i osušio osnovno seme kukuruza 1957. godine u tada izgrađenoj sušari. Dalja orijentacija na dvolinijske hibride i kreiranje sopstvenih oplemenjivačkih programa je nesumnjivo uvrstilo bivšu Jugoslaviju u sam vrh evropskog i svetskog oplemenjivanja kukuruza (Trifunović, 1986).

U ovoj etapi naučnog i stručnog rada na oplemenjivanju i semenarstvu poljoprivrednog bilja ostvaruje se i značajno unapređenje zakonske regulative iz ove oblasti. Tako dolazi do donošenja Zakona o semenu, koji

se može meriti sa zakonskom regulativom najrazvijenijih zemalja. Takođe dolazi do organizacionih promena u Institutu za kukuruz, kada se osnivaju posebne organizacione jedinice za proizvodnju osnovnog i hibridnog semena. Semenari kukuruza takodje uspostavljaju tesnu saradnju sa ostalim istraživačima, a naročito sa oplemenjivačima – kreatorima inbred linija ali i sa saradnicima Laboratorije za ispitivanje semena, zatim sa fitopatolozima, entomolozima, fiziolozima i biohemičarima Instituta za kukuruz.

Linije kukuruza najnovije generacije, stvorene u Institutu za kukuruz „Zemun Polje“, prate savremene trendove poželjnih ideotipova linija kukuruza, koje karakteriše uspravan položaj vršnih listova, koji je preduslov efikasne fotosinteze. Savremene linije se

takođe karakterišu poželjnom arhitekturom klipa (oblik klipa, broj redova zrna, broj zrna u redu) i stabilnošću stabla, kao preduslovima visoke rodnosti linija *perse* (Sl. 1) (Radenović et.al. 2009; 2010; 1012; 2014a; 2014;.)



Slika 1. Fotografije klipa ZP inbred linija kukuruza najnovije generacije: 1 - ZPPL 142, 2 - ZPPL 222, 3-ZPPL 318, 4-ZPPL 218, 5-ZPPL 16, 6-ZPPL 146

Figure 1. Photo of ZP modern maize inbred lines ear: 1 - ZPPL 142, 2 - ZPPL 222, 3-ZPPL 318, 4-ZPPL 218, 5-ZPPL 16, 6-ZPPL 146

Danas, u okviru institutskog projekta, kroz jasno definisane ciljeve i zadatke izvršava se kontinuirani program unapredjenja i razvoja, kako procesa oplemenjivanja tako i procesa proizvodnje, dorade i plasmana ZP hibrida

kukuruza. U tom procesu prate se savremena istraživanja i trendovi kako kod nas tako i u svetu pa se u skladu sa tim i uvode određena unapredjenja procesa stvaranja i proizvodnje ZP semena kukuruza.

Tehnologije proizvodnje i dorade osnovnog semena ZP hibrida kukuruza

Kako bi semenska proizvodnja bila uspešna, a kvalitet semena i sortna čistoća visoki, proizvodnja semena u Republici Srbiji regulisana je Zakonom o semenu (iz 2005. godine). Seme kukuruza koje proizvodi selekcioner je početni materijal u semenskoj proizvodnji, a služi za proizvodnju predosnovnog i osnovnog semena. Ono se nalazi pod kontrolom autora selekcionera i Instituta za kukuruz koji ga umnožava u malim količinama. U daljem procesu proizvodnje selekcioner predaje seme Odeljenju za osnovno seme, koje održava njegovu genetičku čistoću tako što ga umnožava u malim količinama metodom "klip na red" (tehnička izolacija), te se samim tim koristi za održavanje inbred linije i dalju proizvodnju predosnovnog i osnovnog semena. Za razliku od selekcionerovog semena, koje se proizvodi isključivo u tehničkoj izolaciji, predosnovno seme se može umnožavati, kako u prostornoj tako i u tehničkoj izolaciji. Osnovno seme kukuruza se umnožava (proizvodi) u većim količinama samo u prostornim izolacijama (inbred linije iz slobodne samooplodnje) i dobijeno seme se naredne godine koristi kao roditeljska komponenta u proizvodnji hibridnog semena (C1). Upotrebom kvalitetnog semena navedenih kategorija omogućava se postizanje odgovarajućih rezultata u proizvodnji osnovnog semena kukuruza. Da bi se obezbedile potrebne količine osnovnog semena, u uslovima konkurencije, njegovu proizvodnju treba zasnivati kod proverenih proizvođača i blagovremeno isplanirati, uz trebovanje potrebnih površina i ponudu povoljnih uslova kao i cene po kilogramu proizvedenog osnovnog semena (Trifunović i sar., 1988).

Organizovanje proizvodnje osnovnog

semena je stručno odgovoran posao, a izbor proizvođača važan uslov za kvalitet proizvodnje. Uglavnom su to najnapredniji i najbolji ratari – semenari osnovnog semena kukuruza, spremni da prate i brzo primenjuju nove agrotehnologije, mere i metode, za njihovo pravovremeno izvođenje, sažete rokove, kao i da ulažu u modernizaciju savremene opreme. Kroz stručnu podršku i savete kadrova Odeljenja za osnovno seme sa jedne, i marljivosti proizvođača sa druge strane, može se očekivati siguran uspeh u proizvodnji. Stoga, ovo Odeljenje ima svoj Priručnik o proizvodnji osnovnog semena kukuruza (Grupa autora – Semenara, 1991) i plan kontrole i neophodnih obilazaka parcela tokom vegetacije, jer se radi o skupoj biljnoj proizvodnji. Prilikom posete semenara osnovnog semena proizvođaču, uvek postoje konsultacije i usaglašeno popunjavanje formulara i zapisnika.

Pomoću 12 osnovnih pravila u dokumentima ZP ISSO standardizacije olakšano je poslovanje i realizacija tehnoloških i drugih zahteva, kao što su:

1. Izbor najboljih proizvođača, zemljišta u tipu černozem i plodne parcele u bezbednoj prostornoj izolaciji i u sistemu navodnjavanja, dovoljno obezbeđeno svim hranljivim elementima, pH 6-7 optimum (pH 6,5-7,3).

2. U najpoželjnije preduseve uključuju se: soja i druge leguminoze, pšenica i povrće. Proizvođačima osnovnog semena Institut dostavlja Uputstvo sa neophodnim detaljima odvijanja procesa obrade zemljišta (oranje do 25 cm, izuzetno do 30 cm, đubrenje), predsetvenih operacija i tretiranja semena protiv ptica i žičara, zatim o dubini i vremenu (uslovima) setve. Predsetvena obrada sa 1-2 prohoda kombinovanog oruđa na dubini od 10-12 cm. Đubrenje: N 120 kg/ha, P₂O₅ 80 kg/ha i K₂O 60 kg/ha (najbolje na osnovu sistematske

kontrole plodnosti zemljišta i upotrebe đubriva).

3. Nega useva: prihranjivanje po potrebi: KAN (27% N) 100-150 kg/ha, AN (33,5% N) 100 kg/ha, međuredno kultiviranje (I dubina 10-12 cm - faza 3-4 lista, II dubina 6-8 cm - faza 6-8 listova), uništavanje korova, norme navodnjavanja (50-150/200mm) i vreme navodnjavanja povećava prinos 50-60%, izboru pesticida i zaštiti od štetočina, sve do berbe klipa i isporuke Institutskoj sušari.

4. Osnovno seme kukuruza se obavezno ispituje pred setvu, a neke partije i primenom hladnog testa (cold test) i to u sopstvenoj Laboratoriji koja ima međunarodnu akreditaciju.

5. Institutov Priručnik za proizvodnju i doradu semena detaljno opisuje tolerancije za određivanje prostorne izolacije zavisno od namene zrna i FAO grupe zrenja. Svaki proizvođač je obavezan da se pridržava dobijenih uputstava i ugovorenih odredbi kao i da posle setve vrati preostalo seme Institutu.

6. Institut poklanja posebnu pažnju genetičkoj kontroli semenskih useva u pogledu uklanjanja netipičnih i fenotipski sumnjivih i samoniklih biljaka kukuruza, a ne manje pažnje usmereno je na kontrolu metličanja i prašenja polena, tj. oplodnja. Ovo je najvažnija operacija za postizanje zadovoljavajuće genetičke čistoće, na koju se nadovezuje stav da se odbacuje ceo red ako se u njemu nađe netipičan klip u berbi.

7. Iz useva osnovnog semena kukuruza moraju se uništavati korovi, iseći samonikle biljke kukuruza, uz zakidanje metlica kod biljaka majčinske komponente kako je to predviđeno Priručnikom.

8. Berba klipa predosnovnog semena obavlja se ručno na malim parcelama - radi se o metodu klip na red, gde se uzimaju samo klipovi ispod kesa. Berba klipa predosnovnog

i osnovnog semena na većim površinama, u prostornim izolacijama, obavlja se mehanizovano (kombajnom). Berba počinje u fiziološkoj zrelosti, kada se na dnu lože semena uoči crni sloj. To je momenat kada je vlaga između 32% i 35%.

9. Klip se bez odlaganja transportuje na sušenje u Institut. Seme se dosušuje na 12-12,5% vlage.

10. U sušari se klip još jednom prebira radi odbacivanja netipičnih, sumnjivih (posebno kod sterilnih linija), obolelih, nedozrelih, kljalih, loše oplodjenih (rehuljavih) i mrazom ili drugačije oštećenih klipova.

11. Sušenje i krunjenje su važne radnje za kvalitet i kljavost osnovnog semena, pošto toplota i trenje mogu oštetiti seme, a to je regulisano odredbama priručnika.

12. U svim procesima, operacijama i radovima proizvodnje osnovnog semena kukuruza mora se voditi računa o biološkoj čistoći: oruđa, transportnih sredstava, sušionih, doradnih uređaja za krunjenje i pakovanje, ambalaže i odeće.

Pored navedenih dvanaest pravila za proizvodnju osnovnog semena kukuruza potrebno je u obzir uzeti i sledeće:

- Klimatski uslovi za proizvodnju osnovnog semena kukuruza treba da se kreću u okvirima sledećih fenofaza razvoja kukuruza: biološki minimum za nicanje je 8°C, za formiranje vegetativne mase je 10°C, a za formiranje generativnih organa i cvetanje 12°C. Biološki minimum za dozrevanje je 10°C, a optimalna temperatura do faze metličanja 18-20°C. Međutim, za period metličanja i cvetanja potrebna temperatura je 20-22°C, a za period dozrevanja 22-23°C. Poželjne količine padavine su od oko 400 mm. Potrebno je da relativna vlažnost vazduha bude veća od 35%. Zbog visokih temperatura iznad 38°C, polen može da strada u oplodnji između

10-14 časova tokom dana.

- Izbor parcele zahteva najplodnije zemljište sa najpovoljnijom strukturom i fizičko-hemijskim osobinama. Najveće prinose daje gajenje osnovnog i predosnovnog semenskog useva kukuruza na dubokim, plodnim, blago alkalnim, neutralnim do blago kiselim, te rastresitim, propusnim i dobro aerisanim zemljištima velikog kapaciteta za vodu.

- Najbolji i najčešći predusevi za osnovno seme kukuruza su strna žita i zrneve mahunarke (soja). Ovi predusevi obogaćuju zemljište organskim materijama, utiču na poboljšanje fizičkih osobina i omogućavaju da se obrada i ostale agrotehničke operacije obave pravovremeno i kvalitetno.

- Kvalitetnu i sigurnu proizvodnju čini posedovanje sistema za navodnjavanje, koji se u zavisnosti od potreba, može primeniti u najpotrebnijim fenofazama razvoja kukuruza, a naročito pred oplodnju.

- Odabrane parcele za proizvodnju osnovnog semena kukuruza moraju imati prostornu izolaciju od 200 metara, dok je za proizvodnju linija tipa šećerca, kokičara i belog zrna prostorna izolacija 400 metara.

- Berba i dorada osnovnog semena kukuruza imaju indirektan uticaj na prinos, s obzirom da se različite vrste mehaničkog oštećenja semena negativno odražavaju na kvalitet. Samim tim to utiče na smanjenje prinosa, jer se po pravilu oštećeno seme ne koristi za zasnivanje proizvodnje, pošto njegova klijavost može biti znatno smanjena. U sadašnjim uslovima tehnologije berbe, sušenja i dorade osnovnog semena kukuruza pri niskom učešću mehanizacije u ovim operacijama, povrede perikarpa se ne mogu sasvim eliminisati. Međutim, izborom savremenih mašina i opreme treba nastojati da se stepen oštećenja semena umanj, što se može

postići berbom samohodnim beračem.

Tehnologije sušenja, dorade, skladištenja i čuvanja osnovnog semena kukuruza je veoma značajan i složen sistem kojim se zatvara lanac kompletne proizvodnje. Nakon završene berbe, klip kukuruza se transportuje u dorađivački centar osnovnog semena Instituta za kukuruz, na sušenje i doradu. U toku prijema klipa posebna pažnja se posvećuje kvalitetu prebiranja klipova, sa zadatkom da se u sušaru dopremi seme visokog kvaliteta i čistoće. Prebiranjem se obacuju netipični, bolesni, nedozreli, mrazom oštećeni i loše oplodeni klipovi. Klip se nakon toga suši u binovima na temperaturi od 35-42°C u zavisnosti od sadržaja vlage zrna. Ceo postupak sušenja se strogo kontroliše, jer su više temperature od 43°C štetne po klijavost semena. Osnovno seme kukuruza se suši do 12% vlage. Krunjenje nastupa posle sušenja, te se tom prilikom konstantno proverava vlažnost semena. Ukoliko je vlažnost povećana, proces krunjenja se zaustavlja, a seme se dosušuje do potrebne vlage. Posle krunjenja sledi čišćenje kojim se postiže izdvajanje delova oklaska, komušine, svile, delova polomljenog zrna i frakcija koje su manje od 6 i veće od 11 mm.

Dorađeno seme se pre pakovanja tretira zakonom određenim insekticidom, radi zaštite od skladišnih štetočina. Tretiranje osnovnog semena kukuruza fungicidima obavlja se pred setvu, a ima za cilj da osnovno seme kukuruza u početnim fazama razvoja (vreme klijanja i nicanja), zaštiti od bolesti i štetočina. Kvalitet osnovnog semena kukuruza najbolje se održava čuvanjem u skladištu u kontrolisanim uslovima relativne vlažnosti 60-70%, na temperaturi 4-10°C.

Najbolji način čuvanja predosnovnog i osnovnog semena je onaj, koji najmanje utiče na promene životnih funkcija semena, što se postiže efikasnom regulacijom vlage,

temperature i drugih faktora spoljašnje sredine. Sigurno skladištenje ne podrazumeva samo prostor za odlaganje proizvedenih količina osnovnog semena kukuruza, već mora da zadovolji i druge uslove kao što su očuvanje bioloških i tehnoloških karakteristika semena, svođenje gubitaka u fazi čuvanja na minimum i obezbeđenje čuvanja na duže vreme. Bilo bi ekonomski isplativo ako bi seme čuvali u modernim, kontrolisanim i klimatizovanim uslovima na odgovarajućoj temperaturi, kako bi životne funkcije semena održali duži niz godina.

Napore u budućnosti treba usmeriti u pravcu daljeg usavršavanja i modernizovanja ukupnih tehnoloških procesa osnovnog semena kukuruza. Tako bi se omogućio kontinuitet u dobijanju visokih prinosa, zadovoljavajućeg kvaliteta, veće ekonomičnosti i potrebne stabilnosti njegove proizvodnje.

Genetička čistoća osnovnog semena ZP hibrida kukuruza

Održavanje genetičke uniformnosti linija kukuruza je jedan od preduslova uspešne proizvodnje i tržišnog plasmana predosnovnog i osnovnog semena kukuruza. Genetički nečisto seme dovodi do pojave biljaka čije karakteristike nepredvidljivo odstupaju od očekivanih, a prisustvo semena samooplođenih majčinskih i/ili očinskih komponenti u hibridnom semenu, do smanjenja prinosa usled smanjenog broja heterotičnih individua. Zato je kontrola genetičke čistoće semena linija od velikog značaja za semenarstvo. Izolacija proizvodnih polja, zakidanje metlica majčinske komponente, nadgledanje čistoće mašina za berbu i preradu semena su neki od uslova koji moraju biti ispunjeni da bi se obezbedila genetička čistoća osnovnog semena kukuruza. Pored toga, sama analiza genetičke čistoće je

izuzetno važna, a posebno pri analizi kvaliteta samooplodnih linija. Genetička čistoća, jedan od osnovnih parametara kvaliteta semena kako hibrida kukuruza tako i njihovih roditeljskih komponenti, predstavlja procenat semena koji pripada ispitivanom genotipu.

Elektroforetsko razdvajanje proteina na različitim vrstama gela je najčešće korišćena biohemijaska metoda u ispitivanju čistoće i uniformnosti genotipova kukuruza. Skrobna elektroforeza izozima, precizna i pouzdana metoda za određivanje genetičke čistoće semena (Cardy *et al.*, 1980), kao i za karakterizaciju inbred linija (Stuber and Goodman, 1983), dugo je korišćena u navedene svrhe u Institutu za kukuruz. Ova metoda je u Institutu za kukuruz akreditovana od strane ISTA-e i ATS-a. Ona je kao dokumentovana metoda skupa i dugotrajna u poređenju sa Ultra-Tankoslojnim Izoelektričnim Fokusiranjem (UTLIEF) koja je uvrštena među standardne ISTA metode za ispitivanje genetičke čistoće semena 1999. godine (ISTA, 1999). UTILEF metoda je praktična, relativno jeftina, brza i pouzdana za determinaciju genetičke čistoće semena kukuruza i raznih drugih useva (Van den Berg, 1990., Wang *et al.*, 2000., Xiao-Yue Dou *et al.*, 2012.). Ova metoda je u Institutu za kukuruz „Zemun Polje“ (Laboratorija za ispitivanje semena) razvijena, uvedena u procedure za ispitivanje kvaliteta semena kukuruza i akreditovana od strane ISTA-e i ATS-a 2009. godine.

Sertifikacija genetičke čistoće kukuruza se klasično izvodi ispitivanjem morfoloških karakteristika biljaka, metodom biotesta. Međutim morfološke osobine su pod uticajem spoljašnje sredine i nisu pouzdan pokazatelj genotipa i mogu varirati iz godine u godinu (Smith and Wych, 1986.). Sa obzirom da biotest metoda zahteva veliki utrošak vremena, a rezultati su pod uticajem spoljašnje sredine,

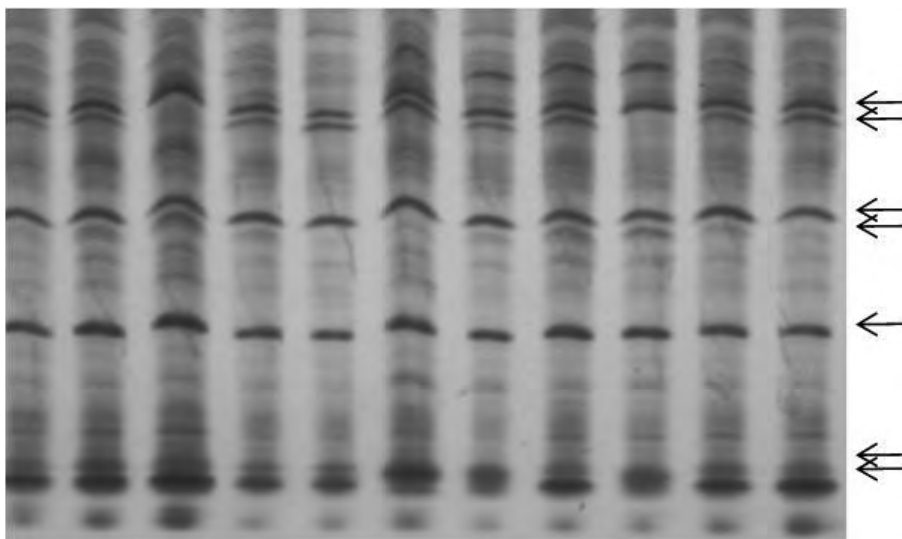
danas su postale dostupne laboratorijske biohemijske i molekularne metode za utvrđivanje genetičke čistoće. Prednosti navedenih tehnika su preciznost i brzina, dok su nedostaci cena uspostavljanja metodologije i kompleksnost analiza.

Primenom UTLIEF metode proteini se razdvajaju na poliakrilamidnom gelu, debljine 0,12-0,15mm na osnovu razlika u naelektrisanju. Ova procedura se zasniva na činjenici da naelektrisanje molekula proteina zavisi od pH vrednosti okolnog rastvora, u ovom slučaju poliakrilamidnog gela. Za svaki protein postoji karakteristična pH vrednost, izoelektrična tačka-pI, na kojoj on ne poseduje naelektrisanje i zbog toga ne migrira dalje u električnom polju (Celis and Bravo, 1984.). Utvrđeno je da različiti genotipovi biljnih vrsta, pa i kukuruza, sadrže različite rezervne proteine semena i da produkuju različite proteinske profile nakon UTLIEF gel elektroforeze. Ova

činjenica omogućava diferencijaciju ispitivanih genotipova kukuruza na osnovu njihovih jedinstvenih proteinskih profila (Dunn, 1993.).

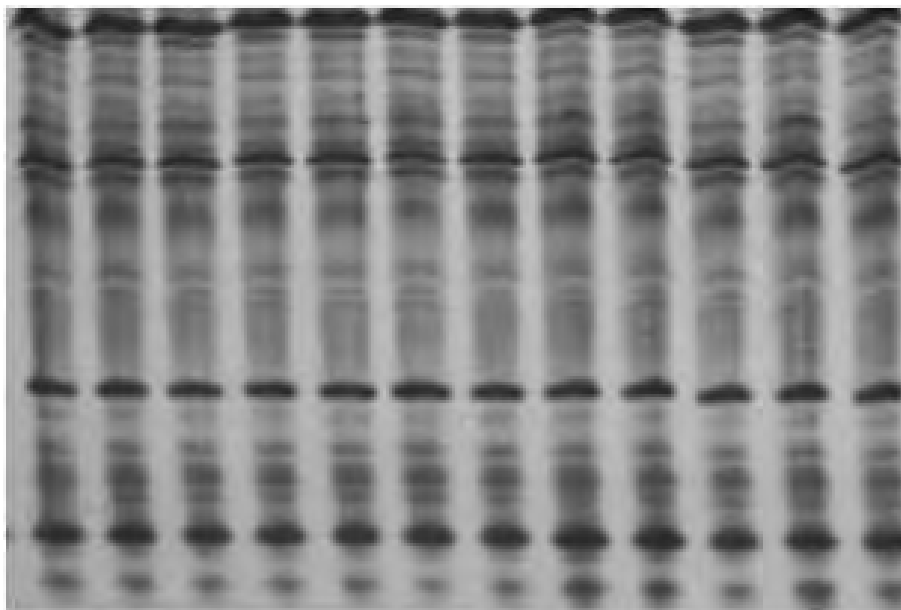
Od 2011. godine u Institutu za kukuruz se, primenom UTLIEF metode redovno ispituje genetička čistoća i vrednuje stepen homozigotnosti samooplodnih linija kukuruza iz kategorija selekcionerovog, predosnovnog i osnovnog semena. Na osnovu dobijenih proteinskih profila vrši se vizuelizacija procenta homozigotnosti i genetičke čistoće, kao i verifikacija genotipa, ispitivanih uzoraka samooplodnih linija kukuruza.

Na Slici 1. prikazan je deo elektroforegrama inbred linije koja nije dovedena do potpune homozigotnosti u procesu selekcije, kao i izbor proteinskih marker traka specifičnih za ispitivanu liniju kukuruza. Na Slici 2. prikazan je deo elektroforegrama samooplodne linije kukuruza dovedene do homozigotnosti.



Slika 2. Elektroforegram rezervnih proteina semena inbred linije kukuruza u procesu selekcije (strelicama su označene proteinske marker trake)

Figure 2. Electroferogram of storage proteins of maize inbred lines in the process of selection (protein marker bands are pointed out by arrows)



Slika 3. Elektroforegram rezervnih proteina semena inbred linije kukuruza, iz kategorije selekcionerovog semena, dovedene do potpune homozigotnosti.

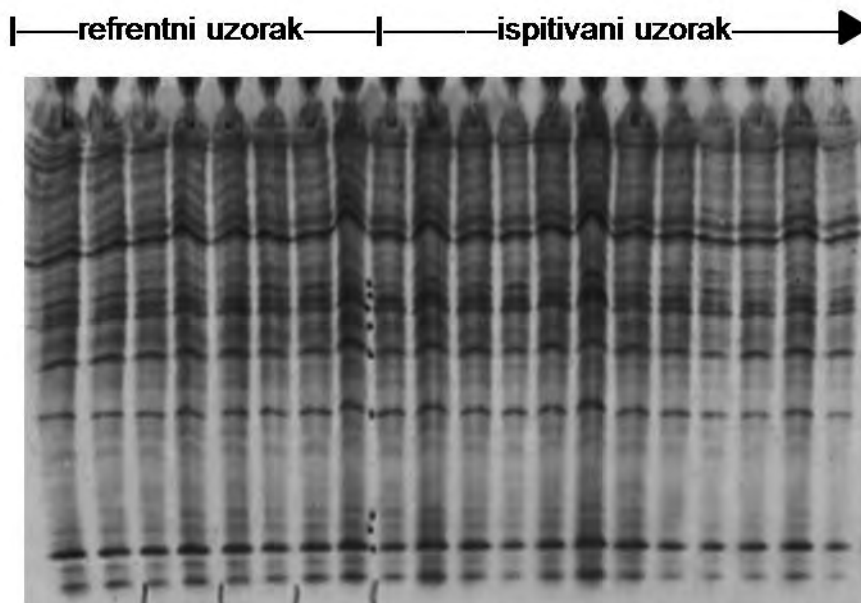
Figure 3. Electroferogram of storage proteins of maize inbred line seed of breeder seed category, complete homozygosity achieved

Informacija o homozigotnosti uzorka semena ispitivane samooplodne linije automatski potvrđuje i nalaz o stepenu njene genetičke čistoće.

Verifikacijom genotipa se utvrđuje da li seme uzorka ispitivane samooplodne linije kukuruza poseduje identične proteinske profile kao i referentni uzorak tog istog genotipa. Referentni uzorak sačinjava 16 semena genotipa za koje je poznato poreklo i pouzdana genetička čistoća. Elektroforeza oba uzorka, referentnog i ispitivanog se vrši na istom gelu. Prema identičnim proteinskim profilima rezervnih proteina semena referentnog i

ispitivanog uzorka prikazanih na Slici 3. pouzdano se može verifikovati ispitivani genotip.

U saradnji sa Sektorom za nauku (Odeljenje za osnovno seme), u Laboratoriji za ispitivanje kvaliteta semena Instituta za kukuruz, sve roditeljske komponente se ispituju, u procesima priznavanja i umnožavanja. Na taj način postiže se njihova homozigotnost, genetička čistoća i pripadnost sertifikovanom genotipu. Samo takve roditeljske komponente se mogu dalje koristiti u proizvodnji hibridnog semena kukuruza.



Slika 4. Deo elektroforegrama rezervnih proteina semena referentnog i ispitivanog uzorka linije kukuruza u procesu verifikacije

Figure 4. Electroferogram of storage proteins of maize inbred line seed of reference and testing line sample in the verification process

Umesto zaključka

Godišnji obim proizvodnje osnovnog semena kukuruza ZP hibrida ustalio se na oko 100 tona, saglasno zahtevima tržišta za pojedinim hibridima i trenutnog stanja kvaliteta zaliha roditeljskih komponenata. Institut za kukuruz „Zemun Polje“ izvezao je oko 1.500 tona u sedam država u periodu od 1990-2005. godine ili do 100 tona/godišnje, što u novčanom iznosu čini oko 10% od ukupne izvezene vrednosti ZP semena (Selaković i sar., 2006).

Izazovi budućnosti. Napori u budućnosti treba da budu usmereni u pravcu usavršavanja i modernizovanja tehnologije proizvodnje osnovnog semena sa posebnim akcentom na:

- izbor proizvođača i parcele sa mogućim navodnjavanjem,
- izbor mehanizacije za berbu, transport, sušenje i doradu semena, tako da se oštećenja semena svedu na najmanju meru.

Primenom ovako modernizovane tehnologije proizvodnja osnovnog semena kukuruza omogućila bi dobijanje viših prinosa uz veću ekonomičnost. Sve češći ekstremni vremenski uslovi, promene u godišnjim i sezonskim padavinama, kao i njihov međusobni uticaj u kombinaciji sa temperaturom, može prouzrokovati probleme i značajne posledice po kvalitet i obim proizvodnje predosnovnog i osnovnog semena.

Uvidom u preliminarne rezultate oglada koje je izvodio ing. Nebojša Radosavljević, poželjno je osnovno seme, pogotovo u sistemu klip na red, sejati pod fotorazgradivu foliju,

što povećava prinos čak do 43% (Mirić i sar., 2004), pa i ujednačava rod semena po hektaru. Pošto bi umnožavanje osnovnog semena pod razgradivom folijom donelo povećanje prinosa, bilo bi potrebno sačiniti kratak ekonomski elaborat isplativosti ove ideje u primeni.

Takođe je nužno ulaganje u poboljšavanje postojećih doradnih kapaciteta (sušare i magacinski prostor sa savremenom opremom) kako bi kvalitet osnovnog semena kukuruza bio viši i ustaljen. Osim toga, valja unapređivati ekonomsko-finansijsko poslovanje, tržišnu vrednost semena, ostvarivanja prednosti ZP sistema (osnovno seme kukuruza) nad postojećim konkurentskim firmama i obrazovati kadrove.

Zahvalnica

Unapređenja, koja se prvenstveno odnose na proces kontrole genetičke čistoće roditeljskih linija, su delom rezultat aktivnosti u okviru projekta TR31068 Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja. Stoga se autori zahvaljuju Ministarstvu na podršci.

Literatura

- Cardy BJ, Stuber CW, Goodman MM (1980): Techniques for starch gel electrophoresis of enzymes from maize. Institute of Statistics Mimeo Series No.1317. North Carolina State University, Raleigh.
- Celis JE, Bravo R (1984): Two-Dimensional Gel Electrophoresis of Proteins. New York: Academic Press.
- Dunn MJ, (1993): Gel Electrophoresis: Proteins. BIOS Scientific Publishers Limited, Oxford, 1st ed.
- ISTA (International Seed Testing Association) - (1999): International rules for seed testing. Annexes: 1999. Seed Sci. Technol. 27 (supplement).

Mirić M, Lekić S, Petrović R, Dražić S, Stančić I (2004): Tehnologija proizvodnje semena. Društvo selekcionera i semenara Srbije, Beograd – Zemun, str. 441.

Radenović Č, Filipović M, Selaković D, Sečanski M, Babić V, Čamdžija Z, Jovanović S, Pavlov J and Stevanović M (2009): The prestigious maize inbred lines with erect top leaves. The priority performance of the efficient photosynthetic model in breeding. Genetika 41 (1): 41-58.

Radenović Č, Filipović M, Sečanski M, Radosavljević M, Čamdžija Z, Pavlov J, Crevar M (2010): Significant Biophysical and Genetic Properties of Maize Inbred Lines and Hybrids with Erect Top Leaves. Proc. Nat. Sci. Matica Srpska 119: 35-53.

Radenović Č, Grodzinski DM, Filipović M, Babić M, Andjelković V, Grčić N, Čamdžija Z (2012): Genetic, biophysical and biochemical features of maize inbred lines with efficient photosynthetic functions. Phisiology and Biochemistry of Cultivated Plant Vol 44, No 3: 194-208.

Radenović Č, Maksimov GV, Tyutyayev EV, Stanković G, Jovanović Ž, Beljanski M (2014a): Detecting the phase transition in thylakoid membranes of maize inbred lines by means of delayed fluorescence. Plant Physilogy and Biochemistry, 81: 208-211.

Чедомир Раденович, Георгие Максимов, Евгений В. Тютяев, Виталина Викторовна, Шутова, Ненад Делич, Миле Сечански, Александар Попович (2014b): Диагностицирование конформационных и функциональных свойств зерна

- элитных инбредных линий кукурузы с помощью инфракрасных спектров. *Selekcija i semenarstvo*, Vol. XX (2): 13-31
- Selaković D, Mirić M, Vidaković M, Hojka Z (2006): *Proizvodnja i promet semena Instituta za kukuruz Zemun Polje. Selekcija i semenarstvo*, Vol. XII (3-4): 97-103.
- Stuber CW, Goodman MM (1983): "Allozyme genotypes for popular and historical important inbred lines of corn". U.S. Dept. of Agriculture, Agriculture Research Service, Southern Series 16:29.
- Smith JSC, Wych RD (1986): "The identification of female selfs in hybrid maize: A comparison using electrophoresis and morphology". *Seed Sci. Tech.* 14:1.
- Trifunović V (1986): Četrdeset godina moderne selekcije kukuruza u Jugoslaviji. U *Genetika i oplemenjivanje kukuruza*, izdavač Institut za kukuruz „Zemun Polje“, Beograd, 5-46.
- Trifunović V, Bekrić V, Videnović Ž (1988): *Kukuruz – selekcija, proizvodnja semena, tehnologija gajenja i korišćenja. Žita Jugoslavije, Jugoslovenski fond za žita*, Beograd, 160-257.
- Van den Berg BM, (1990): "Inbred testing of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) F1 varieties by ultrathin-layer isoelectric focusing of seed protein" *Electrophoresis* 11: 824-829.
- Vidojković M, Selaković D, Popović R, Pavlov M (1995): *Proizvodnja semena ZP hibrida. Oplemenjivanje, proizvodnja i iskorišćavanje kukuruza; 50 godina Instituta za kukuruz*. Beograd, str. 141-153.
- Wang XF, Knoblauch R, Leist N (2000): Varietal discrimination of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) by ultrathinlayer isoelectric focusing of seed protein. *Seed Sci. Technol.* 28: 521-526.
- Xiao-Yue Dou, Min Yan, Yu-Feng Xu, Khalid Hussain, Yuan-Zhi Liu, Feng Lin (2012): Identification and purity testing of maize hybrids with one parent in common by ultrathin-layer isoelectric focusing of seed salt-soluble proteins. *Turk. J. Agric. For.* 36: 267-273

IMPORTANCE OF PERMANENT IMPROVEMENT OF PRODUCTION AND CONTROL OF BASIC SEED OF ZP MAIZE HYBRIDS

Mile Sečanski, Mladen Mirić, Čedomir Radenović, Ksenija Marković, Života Jovanović, Aleksandar Popović

Abstract

High-quality seed is one of the key factors in the commercial maize grain production. In addition, hybrid seed production is conditioned by the production of basic seed of parental inbreds. According to the Law on Seed, 2005, the category of basic seed is defined as: original of self-pollinated plant species, hybrid components and potato elite, produced under control of the Ministry competent for agribusiness and is used for the production of certified seed of the first generation.

This paper presents a chronological overview of the overall activity since 1945. that led to the modern production of maize seed in our country. The activities have been based on scientific, technical and technological achievements within many fields, ranging from genetics and breeding, through growing practices, processing, quality control and legal regulations concerning all of this. Transition from maize breeding and production to hybrids has provided an amazing development of maize breeding and seed production and also included significant profit. Therefore, maize seed production has become high-technology industry. The scientific and professional work in improving the production of basic seed of ZP maize hybrids has been carried out in stages, and generally followed achievements in maize breeding and genetics, as well as developments in the growing practices and processing.

In order to maintain a high quality of maize hybrid seed, as the end product, permanent efforts have to be invested into maize production improvement, drying, processing, storing, genetic purity of basic seed of parental inbreds of ZP maize hybrids, which are grown on the significant percentage of maize production areas not only in Serbia and countries in the region.

Key words: inbred line, hybrid, maize, variety.

Primljen: 14.10.2015.

Prihvaćen: 25.12.2015.