

"Zbornik radova", Sveska 40, 2004.

Pregledni rad - Review

SELEKCIJA KUKURUZA U SAD

Nastasić, Aleksandra, Vasić, N., Bekavac, G., Purar, Božana¹

IZVOD

U radu je dat kratak opis selekcije kukuruza u Americi. Džordž Herison Šal je 1908. godine objavio rad o početku korišćenja heterozisa u oplemenjivanju biljaka. Pojam "heterozis" koji je uveo Šal (1908) je svakako doprineo stvaranju hibrida i to ne samo na kukuruзу nego i kod drugih biljnih vrsta. Nastanak četvorolinijskih i dvolinijskih hibrida omogućio je i prvu zvaničnu prodaju hibrida kukuruza 1947. godine. U sledećih nekoliko godina su nastale i prve semenske kompanije.

Najznačajniji izvori za nastanak samooplodnih linija su: Red yellow dent, Minnesota 13, Lindstrom long ear, North-western dent, Lancaster sure crop, Leaming i BSSS. Od svih tih inbred linija nastalih iz različitih izvora ipak su najznačajnije grupe Lancaster Sure Crop i BSSS. U periodu od 1935. godine intenzivno su se proizvodili četvorolinijski hibridi. Od 1960. godine dogodio se prelazak na intenzivnu proizvodnju dvolinijskih hibrida.

Poslednjih deset godina je prisutno i uvođenje egzotične germplazme kukuruza u elitne američke inbred linije. Egzotična germplazma može biti izuzetno korisna jer može da poveća genetičku varijabilnost u selekcionim populacijama a time i efekat heterozisa, jer se povećava divergentnost među linijama dobijenih iz takvih populacija i može u velikoj meri da doprinese poboljšanju rezistentnosti prema bolestima i insektima. Tehnike molekularne biologije mogu se primeniti u klasičnim metodama oplemenjivanja dovodeći do povećanja njihove efikasnosti. Najpoznatije metode su molekularni markeri i genetski modifikovani organizmi (GMO).

KLJUČNE REČI: heterozis, klasične metode selekcije, komplementarne metode selekcije.

¹ Dr Aleksandra Nastasić, naučni saradnik, dr Nenad Vasić, naučni saradnik, dr Goran Bekavac, viši naučni saradnik, dr Božana Purar, viši naučni saradnik, Naučni institut za ratarstvo i portarstvo, Novi Sad

Uvod

Iako je prva istorija domestikacije kukuruza (centralni Meksiko) još uvek umnogome obavijena misterijom, do 1800. godine bilo je već dosta kukuruznih sorti. U vreme otkrića Amerike, kukuruz je u njoj bio poznata biljka tako da je nakon prve kolonizacije došlo do snažnog razvitka poljoprivrede, a kukuruz je tokom celog tog perioda bio jedna od najvažnijih kultura koja se gajila u Novom svetu. Najnovija arheološka istraživanja pokazuju da kulturni kukuruz egzistira na jugu Amerike od pre 3.000 godina. Date teorije o poreklu potkrepljene su podacima o evoluciji biljke kukuruza. Sa aspekta citogenetike, kukuruz je bio najčešće proučavana biljna vrsta tako da pitanja vezana za građu hromozoma kao i njihove promene koje nastaju usled deobe ćelija su omogućile i tumačenje nasleđivanja pojedinih svojstava pod uticajem gena. Na svim ovim činjenicama zasniva se praktična selekcija kukuruza, čiji razvoj u Americi traje već pune 133 godine (od 1870. do danas), počev od masovne selekcije i međusortne hibridizacije, preko inbridinga, ispitivanja kombinacione vrednosti inbred linija, metoda hibridizacije i stvaranja linijskih hibrida. Klasične metode selekcije zajedno sa primenom komplementarnih metoda selekcije još više mogu doprineti oplemenjivanju biljaka.

Počeci oplemenjivanja kukuruza

Jedan od velikih začetnika oplemenjivanja biljaka bio je Čarls Darwin. Njegova knjiga "Uticaj ukrštanja i samooplodnje u kraljevstvu biljaka" koja je objavljena 1876. godine je među prvim objavljenim radovima o oplemenjivanju biljaka. Ova knjiga je poslužila Mendelsu da otkrije osnovne zakonitosti u nasleđivanju svojstava ukrštanjem sorti graška raznih oblika zrna. Literatura iz 19. veka obiluje radovima prvenstveno iz oplemenjivanja biljaka.

Džordž Herison Šal je 1908. godine objavio rad o početku korišćenja heterozisa u oplemenjivanju biljaka. U tom radu on govori o inbred linijama kukuruza i njihovim lošim svojstvima pogotovo što se tiče prinosa kukuruza ali ukrštanjem između dve inbred linije dolazi do pojave heterozisa u novonastalim hibridima odnosno činjenice da su novonastali hibridi bolji od oba roditelja. Šal je bio prvi koji je upotrebio reč heterozis u oplemenjivanju biljaka (Shull, 1948) . Tokom njegovog bogatog istraživačkog rada dosta rano je počeo da se interesuje za oplemenjivanje biljaka. Jednom prilikom je na konferenciji na državnom univerzitetu Ajova izjavio da je prvo uočio pojavu heterozisa na suncokretu ukrštanjem između Western i Russian roditelja i da je nastali hibrid bio dvostruko viši od oba roditelja. Pojam "heterozis" koji je uveo Šal (1908) je svakako doprineo stvaranju hibrida i to ne samo na kukuruzu nego i kod drugih biljnih vrsta. Prelaskom sa lokalnih populacija sorti na gajenje hibrida je unapredilo i celokupan proces selekcije pa se s pravom može konstatovati da Šal koji je strašno puno doprineo u stvaranju modernog oplemenjivanja nije dobio nagradu za svoje životno delo iako njegov rad nije ništa manje značajan od Barbare MekKlintok

koja je 1983. godine dobila Nobelovu nagradu. Naime, ona je (McClintock, 1983) otkrila kako geni ponekad menjaju mesto na hromozomima i nazvala ih je "jumping genes".

U isto vreme, 1908. godine Ist je uradio sličan eksperiment na državnom koledžu Konetikat. On je takođe utvrdio štetan uticaj inbridinga ali nije utvrdio vrednost ukrštanja inbred linija. Na jednom seminaru iz oplemenjivanja 1908. godine Ist se požalio Šalu kada je čuo njegovo izlaganje i prokomentarisao je rečima "Kako je mogao da bude toliko slep da ne vidi značaj prilikom ukrštanja između dve inbred linije".

Prednosti međulinijjskih hibrida u odnosu na međusortne bile su očigledne i ogledale su se ne samo u većoj rodnosti, već i ujednačenosti useva. Jedini problem je bila niska rodnost inbred linija, kao majčinskih komponenti u semenskoj proizvodnji, teorijski najrodnijih dvolinijskih hibrida. Džouns (1918, 1920) koji je u to vreme bio postdiplomac nalazi praktično rešenje uvođenjem četvorolinijskih hibrida. Šalova ideja ukrštanja dve inbred linije i nastanak dvolinijskih hibrida kao i Džouns koji se zalagao za stvaranje četvorolinijskih hibrida su navela Henrija Volasa (kasnije sekretara poljoprivrede) 1924. godine da proda i prve hibride kukuruza. Prva zvanična prodaja hibrida kukuruza se desila 1947. godine. U sledećih nekoliko godina su nastale i prve semenske kompanije (Crow, 1998).

Upotreba hibridnog semena kukuruza u Ajovi 1935. godine je bila manja od 10% da bi samo četiri godine kasnije iznosila 90%. Razlozi tako brzog prelaska na hibride je povećanje prinosa hibrida u odnosu na sorte, veća ujednačenost hibrida što je olakšalo i mašinsku berbu a svakako jedan od najznačajnijih razloga je i pojava suše u periodu od 1934-36. godine i činjenice da su hibridi pokazivali veću otpornost na sušu u odnosu na sorte kukuruza.

Izvori za dobijanje samooplodnih linija kukuruza

Prve samooplodne linije kukuruza su nastale iz lokalnih populacija. Najznačajniji izvori su: Red yellow dent, Minnesota 13, Lindstrom long ear, North-western dent, Lancaster sure crop, Leaming i BSSS (Troyer, 1990).

Red yellow dent je bio najznačajniji izvor za dobijanje inbred linija, a jedna od najpoznatijih samooplodnih linija iz te grupe je WF9. Inbred liniju (Wilson Farm row 9) je stvorio Bendžamin Dadlston sa Purdue univerziteta 1936. godine. Ta linija je bila jedna od roditeljskih komponenti u najpoznatijem četvorolinijskom hibridu US13, a učestvovala je i u stvaranju preko 30% ostalih hibrida u periodu od tridesetak godina njene eksploatacije i za to vreme je bila jedna od vodećih inbred linija.

Red yellow dent i grupe nastale iz tog izvora (Funk yellow dent reid, Osterland reid, Troyer reid i Iodent reid) zajedno sa Iowa Stiff Stalk syntetic-om uključujući B14, B64, B68 su učestvovala u stvaranju preko 50% američkih hibrida.

Iz grupe Funk yellow dent i 176A su nastale sledeće inbred linije Indiana 38-11 i Illinois R4 (Troyer, 1999).

Osterland reid grupa je dobila ime po Henriju Osterlandu, a najpoznatije inbred linije su OS 420 i OS 426. Linija nastala ukrštanjem OS 420 x OS 426 je poslužila kao otac u najpoznatijem hibridu u Ajovi 939. Osterland reid linije OS 420, OS 426 i Minnesota inbred linija A 109 su učestvovala sa 11% u stvaranju hibrida.

Troyer reid grupa je bila prilagođena uslovima gajenja severnog Ilinioisa, Indijane i Ohaja. Troyer reid je poslužila i prilikom nastanka ranih Iodent inbred linija kroz B164 i A556, takođe 12% hibrida potiče iz Troyer reid i ranih Iodent inbred linija.

Iodent reid potiče od Reid yellow dent-a i nastala je u Ajovi zahvaljujući Volasu i Bresmanu. Wallace (1923) je opisao kao raniju i više plastičnu verziju Reid yellow dent-a. Iodent germplazma je nastala primenom šest ciklusa rekurentne selekcije i tokom šesdeset godina rada najznačajnija linija bila je I 205.

Minnesota 13 je bila najraširenija grupa u severnom području kukuruznog pojasa Amerike. Inbred linije koje su nastale iz te grupe su: C11, C14, C46, C49, ND203, M13, W117 i niz drugih. Linije A109, A237, C13, C49 i SD105 su bile zastupljene sa 13% u američkim hibridima.

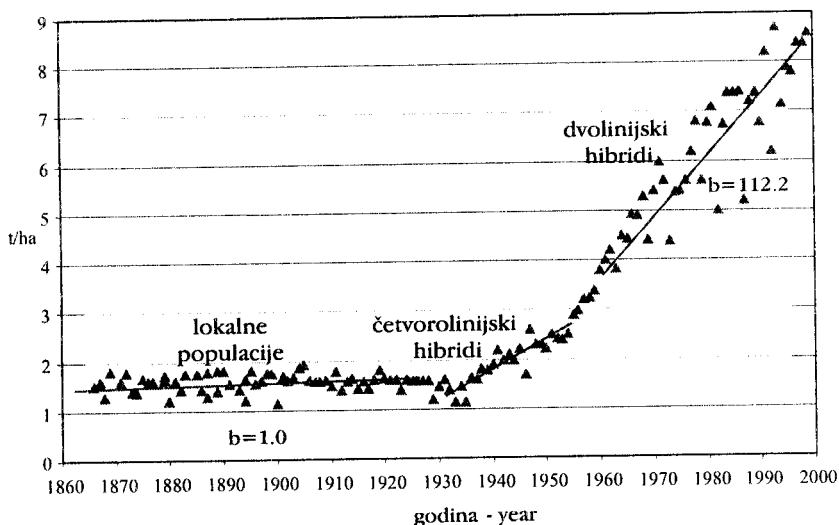
Od svih tih inbred linija nastalih iz različitih izvora ipak je najznačajnija grupa Lancaster Sure Crop zato što se linije nastale iz te grupe i danas koriste. Najpoznatije su C103, OH40B i Mo17. Inbre linija C103 je učestvovala u prvom i najčuvanijem dvolinijskom hibridu Dekalb 805, nastalom 1958. godine (Troyer, 2000).

Veliki skok u oplemenjivanju kukuruza je nastupio nastankom BSSS sintetika. Samo jedna populacija poboljšana rekurentnom selekcijom BSSS (Iowa Stiff Stalk Synthetic) dala je proširene u proizvodnji samooplodne linije, njih ima četiri i to: B14, B37, N28 i B73. BSSS sintetik je nastao sa ciljem da služi kao izvor za dobijanje novih inbred linija otpornih na poleganje. Samo su N28 i B73 nastale primenom rekurentne selekcije u populaciji BSSS. I pored toga što je malo inbred linija izvedeno iz BSSS, imale su znatne uticaja na proizvodnju kukuruza.

Razvoj četvorolinijskih i dvolinijskih hibrida

U periodu od 1935. godine intenzivno su se proizvodili četvorolinijski hibridi. Prilikom stvaranja hibrida visokih performansi došlo je i do povećanja broja testiranja inbred linija. Upotreba dvolinijskih hibrida se povećala kada su selekcioneri počeli da ukrštaju inbred linije vrlo sličnih svojstava i skoro se izjednačile sa upotrebom četvorolinijskih hibrida, tako da u periodu od 1960. godine dvolinijski hibridi intenzivno zauzimaju mesto četvorolinijskih hibrida. Teorijsku osnovu da su dvolinijski hibridi isto tako stabilni kao i četvorolinijski hibridi dali su Eberhart i Rassel 1969. godine (Russell, 1974). Najbolji dvolinijski hibridi su podjednako stabilni pa čak i više od četvorolinijskih i imaju više prinose zrna (Bernardo, 2001). Pojavom dvolinijskih hibrida došlo je i do poboljšanja u prinosu samooplodnih linija per se. Selekcija koja se zasniva na stvaranju inbred linija sa visokim potencijalom za prinos su korišćene u proizvodnji hibrida

(Troyer i Rocheford, 2002). Pre uvođenja hibrida kukuruza u proizvodnju 1930. godine skoro da i nije bilo povećanja prinosa. U periodu korišćenja četvorolinijskih hibrida povećanje prinosa je bilo oko 1 bushel/acre godišnje (Duvick, 1996) . Prelaskom na dvolinijske hibride od 1960. godine povećanje prinosa iznosi oko 2 bushel/acre (Graf.1).



Graf.1. Prosečni prinosi kukuruza od građanskog rata pa do 1999. godine u SAD
 Figure 1. Average US corn yields between the Civil War and 1999

Takođe ne smemo zaboraviti da širenju hibrida kukuruza treba da zahvalimo i Fišeru. Njegova knjiga (Fisher, 1970) Statistički metodi za istraživački rad (prvo izdanje 1925. godine) omogućila je upotrebu eksperimentalnih dizajna prilikom postavljanja oglada i pravilnog tumačenja rezultata. U ranim tridesetim godinama Fišer je proveo neko vreme na državnom univerzitetu Ajova gde je imao fantastične uslove za rad. Fišer je objasnio da je oplemenjivanje i stvaranje hibrida efikasno iz tri razloga:

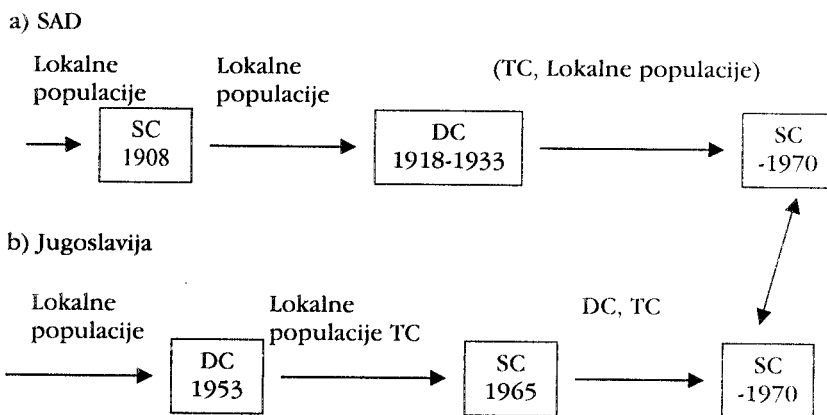
1. pronalaženje individua za početak selekcije
2. stvaranje homozigotnih linija (inbriding)
3. ukrštanje odabranih linija.

Ako su individue kroz sve tri faze odabirane bez selekcije, novonastali hibridi će biti istog potencijala kao i originalne populacije. Drugim rečima, selekcija mora da bude prisutna kroz sve tri faze prilikom stvaranja hibrida.

Istu dinamiku od korišćenja lokalnih populacija, lokalnih sorata pa do upotrebe hibrida u selekciji kukuruza smo prošli i mi ali za mnogo kraći vremenski period. Lokalne sorte kukuruza su gajene u Jugoslaviji sve do uvođenja hibridnog kukuruza u proizvodnju sredinom XX veka. Lokalne populacije Vukovarski žuti zuban, Šidski žuti zuban, Novosadski zlatni zuban, Novosadski

žuti zuban, Bankut bajša i druge (Stojaković i sar., 2001) su poslužile za stvaranje domaćih inbred linija.

U našoj zemlji do 1953. godine gajene su isključivo lokalne populacije kukuruza. Iste godine započinje introdukcija američkih četvorolinijskih hibrida (bili su zasejani na oko 1% ukupne površine pod kukuruzom). Istovremeno započinje i program selekcije hibridnog kukuruza u Jugoslaviji, zasnovan pre svega na genetičkoj varijabilnosti lokalnih populacija. Uporedo sa širenjem američkih četvorolinijskih hibrida, početkom šesdesetih godina, uvode se u proizvodnju i prvi domaći, najpre četvorolinijski, a potom i dvolinijski hibridi. Proizvođači kukuruza u Jugoslaviji započeli su komercijalno korišćenje dvolinijskih hibrida 5-6 godina ranije u odnosu na njihove američke kolege. Sredinom šesdesetih godina hibridni kukuruz zauzima 20% ukupne površine pod kukuruzom, a početkom sedamdesetih blizu 100% (Ivanović i sar., 2000). Uporedni pregled širenja hibridnog kukuruza (kategorije hibrida u SAD i Jugoslaviji) prikazan je grafikonom 2. Pored jasno uočljive analogije u širenju i strukturi hibrida između dve zemlje, uočljive su i određene razlike, koje se pre svega ogledaju u većoj dinamici pojedinih kategorija hibrida u Jugoslaviji.



Graf. 2. Dinamika uvođenja međulinjskih hibrida u praksi
 Figure 2. Dynamics of hybrid introduction into agricultural practice

Uvođenje egzotične germplazme u programe oplemenjivanja

Poslednjih deset godina je prisutno i uvođenje egzotične germplazme kukuruza u elitne američke inbred linije. Državne institucije koje se najviše bave uvođenjem egzotične germplazme su univerziteti u Severnoj Karolini i Ajovi (Hallauer, 2003). Postoje različita tumačenja o tome šta je egzotična germplazma? Različita su i mišljenja o tome da li i kada je potrebno koristiti egzotičnu germplazmu i na koji način. Pojam egzotične germplazme podrazumeva svaki izvor germplazme koji nije adaptiran za dati program oplemenjivanja. Egzotična germplazma može biti izuzetno korisna jer može da poveća genetičku

varijabilnost u selekcionim populacijama a time i efekat heterozisa, jer se povećava divergentnost među linijama dobijenih iz takvih populacija i može u velikoj meri da doprinese poboljšanju rezistentnosti prema bolestima i insektima. Adaptacija egzotične germplazme je dugotrajan proces i može se uspešno obaviti u dugoročnom programu. Ako bi se davala neka preporuka za korišćenje egzotične germplazme možemo je definisati kao ukrštanje adaptiranih (lokalnih) materijala sa egzotičnom germplazmom, gajenje u uslovima slobodne oplodnje određeni broj generacija uz primenu blage selekcije, pre nego što se započne intenzivna selekcija. Rekurentna selekcija je verovatno najbolji postupak za adaptaciju egzotične germplazme jer obezbeđuje blage promene u frekvenciji gena tokom sukcesivnih ciklusa selekcije.

Primena komplementarnih metoda u oplemenjivanju kukuruza

Od komplementarnih metoda se očekuje da budu vrlo korisne u oplemenjivanju biljaka. S jedne strane se očekuje razvoj komercijalnih linija u koje su ubačeni specifični strani geni drugih organizama i s druge strane da se tehnike molekularne biologije mogu primeniti u klasičnim metodama oplemenjivanja dovodeći do povećanja njihove efikasnosti (Bernardo, 2002). Najpoznatije metode su molekularni markeri i genetski modifikovani organizmi (GMO).

Molekularni markeri nastaju od različitih sekvenci DNK raznih organizama. Dva najčešće korišćena tipa molekularnih markera su RFLP (restriction fragment length polymorphisms) i SSR (simple sequence repeats) (Alexandra et al., 2000). Molekularni markeri mogu biti dopuna klasičnom oplemenjivanju biljaka iz tri razloga:

1. Obezbeđuju pouzdanu procenu genetičke varijabilnosti koja se može upotrebiti za utvrđivanje veze između inbred linija i sorata, procena promene genetičke varijabilnosti, registracija germplazme u zemljama gde važe pravila UPOV-og ugovora, razvoj nove germplazme sa većom genetičkom varijabilnošću i markiranje roditelja u hibridima u selekcionim programima.
2. Molekularni markeri vezani (na istim hromozomima) sa alelima velikog dejstva (kvalitativna svojstva) i alelima malog dejstva (kvantitativna svojstva) mogu poboljšati posmatranje mnogih svojstava.
3. Molekularni markeri obezbeđuju biološko (genetičko) razumevanje mnogih svojstava pogotovo kvalitativnih.

Adaptacija i primena molekularnih markera je jedinstvena za svaku vrstu i program oplemenjivanja (Lamkey i Lee, 1993).

Pod genetički modifikovanim organizmima (GMO) ili transgenim organizmima podrazumevaju se oni kod kojih je genetička osnova izmenjena dodavanjem jednog ili više gena poreklom iz nesrodnih organizama, prvenstveno bakterija, korišćenjem tehnika rekombinantne DNK. Ove tehnike, zajednički nazvane genetički inženjering, omogućavaju stvaranje nečeg sasvim novog i

različitog od onog što je moguće dobiti klasičnim oplemenjivanjem. Danas proizvođači mogu da koriste veći broj genetički modifikovanih biljaka sa različitim svojstvima (otpornost prema štetočinama, virusima i herbicidima, viši udeo ulja i pojedinih masnih kiselina). Tehnikama genetičkog inženjeringa skraćuje se neophodan vremenski period da se odabrano svojstvo prenese i da se savladaju barijere između različitih organizama (Bekavac i sar., 2000). Nove metode tehnologije u oplemenjivanju biljaka stvaraju uslove za rešavanje brojnih pitanja koje postavlja sadašnja zaštita biljaka, kao dodatak konvencionalnim merama za suzbijanje štetnih organizama u biljnoj proizvodnji. Metode biotehnologije, uz unapređenje ostalih agrotehničkih zahvata, pokušaće odgovoriti na izazove poljoprivrede budućnosti.

ZAKLJUČAK

Danas se procesom selekcije bave još jedino sledeći univerziteti u Americi: Severna Karolina, Minesota i Ajova. Razlog tome je što država hoće da finansira samo bazna istraživanja, dok se komercijalnim istraživanjima sve više bave privatne kompanije, pa se zaposleni na državnim fakultetima sve više okreću biotehnološkim istraživanjima.

Ono što se sa velikom verovatnoćom može pretpostaviti, na osnovu dosadašnjih rezultata, jeste da se primenom konvencionalnih metoda oplemenjivanja može povećati genetički potencijal rodnosti za daljih 10-15% u narednih 5-10 godina. Pretpostavka se odnosi na dvolinijske hibride koji će tek biti uvedeni u praksu. Od razvoja biotehnologije, molekularne biologije kao komplementarnih metoda, očekuje se doprinos ne samo u rešavanju problema praktičnog korišćenja heterozisa, već i u tumačenju njegove biološke (genetičke) osnove.

LITERATURA

- Alexandra, M. Casa, Brouwer, C., Nagel, A., Wang, L., Zhang, Q., Kresovich, S., Wessler, R. S., (2000): Molecular markers in maize. *PNAS* 97:10083-10089.
- McClintock, Barbara, (1983): *A feeling for the organism*. W.H. Freeman & Co, New York
- Bernardo, R., (2001): Perspectives: What if we knew all the genes for a quantitative trait in hybrid crops? *Crop Sci.* 41:1-4.
- Bernardo, R. (2002): Breeding for quantitative traits in plants. Chapter 13: Mapping quantitative trait loci. *Stemma press, Minnesota*: 277-303.
- Bekavac, G., Malidža, G., Stojaković, M., Jocković, Đ., Vasić, N., Purar, Božana, Bočanski, J., Petrović, Z., Nastasić, Aleksandra (2000): Perspektive gajenja genetički modifikovanih hibrida kukuruza. Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Zbornik referata, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 33: 253-266.

- Crow, J. F., (1998): Anecdotal, Historical and critical comment-aries on genetic: 90 years ago: The beginning of hybrid maize. *Genetics society of America* 148:923-928.
- Duvick, N. D., 1996: Personal perspective: Plant breeding an evolutionary concept. *Crop Sci.* 36:539-548.
- Fisher, R.A., (1925) 1970: *Statistical methods for research workers.* Oliver and Boyd, Edinburgh and London.
- Hallauer, A. R., (2003): Introgression of elite tropical germplasm with U.S. corn belt germplasm. *North Dakota State University. Annual Report.*
- Ivanović, M., Delić N., Trifunović, B., (2000): Heterozis kao osnova u dosadašnjem povećanju prinosa kukuruza i izazov za XXI vek. *Nauka, praksa i promet u agraru (prvo savetovanje).* Vrnjačka Banja:33-37.
- Lamkey, K. R. And M. Lee (1993): Quantitative genetics, molecular markers and plant improvement. *Proc. 10th Australian plant breeding conf., Gold coast* 18-23 April: 104-115.
- Russell, W. A., (1974): Comparative performance for maize hybrids representing different eras of maize breeding. *Proc. 29th Annu. corn sorghum res. conf.,* pp. 81-101.
- Shull, G. H., (1948): What is heterosis? *Genetics* 33:439-446.
- Stojaković, M., Jocković, Đ., Bekavac, G., Nastasić, Aleksandra (2001): Heterotična pripadnost inbred linija kukuruza poreklom iz lokalnih populacija. *Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Zbornik radova, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad,* 35: 105-112.
- Troyer, A. F., (1990): A retrospective view of corn genetic resources. *Journal Heredity* pp. 81,17
- Troyer, A. F., (1999): Review & interpretation: Background of US hybrid corn. *Crop Sci.* 39:601-626
- Troyer, A. F., (2000): *Temperate corn-back ground, behavior and breeding* (second edition). CRS press New York, Washington, D.C.: 396-466
- Troyer, A. F. and Rocheford R. T., (2002): Perspectives: Germplasm ownership: Related corn inbreds. *Crop Sci.,* 42:3-11

CORN BREEDING IN USA

Nastasić, Aleksandra, Vasić, N., Bekavac, G., Purar, Božana

Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad

SUMMARY

The paper describes corn selection methods used in the U.S.A. The word "heterosis" was first introduced by Shull (1908), which was important for hybrid development in maize as well as other crops.

The sources to make inbred lines were: Red yellow dent, Minnesota 13, Lindstrom long ear, North-western dent, Lancaster sure crop, Leaming and BSSS. Of all these sources, the most important ones were Lancaster sure crop and BSSS. In 1935, they produced the first double cross. In the next several years, the first seed companies were founded, and in 1960 the transition to producing single-cross hybrids was made.

The last ten years have seen increasing use of tropical germplasm in elite US inbred lines. The tropical germplasm can be very useful in increasing genetic variability and effects of heterosis in selection populations, making them more resistant to disease and insects. Now we can use modern molecular techniques to improve classical breeding methods. The most popular modern methods are molecular markers and genetic modification of organisms.

KEY WORDS: heterosis, classical breeding methods, complementary breeding methods.