

"Zbornik radova", Sveska 35, 2001.

HETEROTIČNA PRIPADNOST INBRED LINIJA KUKURUZA POREKLOM IZ LOKALNIH POPULACIJA

Stojaković, M., Jocković, Đ., Bekavac, G., Nastasić, Aleksandra¹

IZVOD

Tokom 400 godina gajenja kukuruza, pod uticajem agroekoloških faktora, i stalnim odabiranjem poželjnih genotipova, u Jugoslaviji je stvoren bogat selekcionni materijal koji poseduje jedinstvenu kombinaciju agronomskih svojstava. Kada je sredinom XX veka počelo širenje hibridnog kukuruza, lokalni selekcionni materijal je skupljen i smešten u gen banke, da bi se sačuvao od propadanja i da bi se mogao koristiti u oplemenjivanju za stvaranje hibridnih sorti. Ovim istraživanjima su obuhvaćene one linije poreklom iz lokalnih populacija koje su učestvovala u stvaranju komercijalnih hibrida u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu. Domaće inbred linije se razlikuju po svom heterotičnom potencijalu za prinos zrna sa inbred testerima B73 (BSS heterotična grupa) i Mo17 (LSC Lancaster Sure Crop heterotična grupa). Linije poreklom iz populacija Vukovarski žuti zuban, Šidski žuti zuban, Novosadski zlatni zuban i Novosadski žuti zuban se bolje kombinuju sa inbred testerom Mo17 nego sa B73. Linije poreklom iz populacija Bankut bajša i Sočice su neutralne u odnosu na BSS i LSC heterotične grupe jer podjednako reaguju sa oba tipa germplazme.

KLJUČNE REČI: germ plazma kukuruza, lokalne populacije, heterotične grupe

Uvod

Tradicija proizvodnje kukuruza u Jugoslaviji je veoma duga. U tom periodu kroz proces prirodne hibridizacije i adaptacije lokalnim uslovima proizvodnje je stvoren veliki broj lokalnih populacija. Skoro svako selo ili veći proizvođač je sejao sopstvenu sortu (Gibšman, 1956). Lokalne sorte kukuruza su gajene u

¹ Dr Milisav Stojaković, viši naučni saradnik, dr Đorđe Jocković, naučni savetnik, dr Goran Bekavac, naučni saradnik, mr Aleksandra Nastasić, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad.

Jugoslaviji sve do uvođenja hibridnog kukuruza u proizvodnju sredinom XX veka, pa se pretpostavlja da je tokom dugog perioda evolucije stvoren vredan selekcionni materijal koji poseduje jedinstvenu kombinaciju agronomskih svojstava.

U ovom radu će biti opisan značaj lokalnih populacija kukuruza gajenih u Jugoslaviji do sredine dvadesetog veka za oplemenjivanje hibridnog kukuruza danas.

Poreklo lokalnih populacija kukuruza gajenih u Vojvodini

Kukuruz je iz centra porekla (južni Meksiko) prenesen u Evropu krajem XV veka, a na Balkan i u susedne oblasti doneli su ga Turci u osvajačkim pohodima ka centralnoj Evropi (Lang et all., 1962). Na Balkanu kukuruz se prvi put pominje u Dalmaciji (1572), zatim u Srbiji (1576), a tek kasnije prelazi reke Savu i Dunav (Radić, 1875). Prema Suranyi i Mandy (1955) kukuruz se u Mađarskoj i u oblasti Arad na teritoriji današnje Rumunije gajio 1611. godine.

Identitet rasa kukuruza koje su prve gajene u jugoistočnoj Evropi ni do danas nije sasvim jasan. Brown (1960) navodi da bi rase "Costal Tropical Flint" i "Early Carribean" mogle biti prve introdukovane rase kukuruza u Evropu nakon Columbovog otkrića novog sveta. Međutim, kukuruz koji se danas gaji u jugoistočnoj Evropi ima vrlo malo sličnosti sa bilo kojom od ovih rasa.

Prema Pavličić i Trifunović (1966), u Jugoslaviji su najpre gajene rase tvrdunaca sa Karipskih ostrva "Early Carribean" i "Coastal Tropical Flint" i to u baštama kao povrtarske biljke. Tvrdunci iz Kanade i Nove Engleske stižu u Jugoslaviju u 18 veku preko Francuske i srednje Evrope (Brandolini, 1968). Početkom XX veka introdukovani su zubani iz kukuruznog pojasa Amerike, i to je bila poslednja velika introdukcija germ plazme kukuruza u Jugoslaviju značajna za formiranje jedinstvenog zubanskog tipa kukuruza (Trifunović, 1978). Početkom 20 veka iz Amerike su uvezene sorte kukuruza zubana "Golden Mine" i "Queen of Praire". Pošto su bile znatno rodnije od do tada gajenih lokalnih tvrdunaca brzo su se proširile u proizvodnju. Paralelno sa širenjem u proizvodnju podvrgnute su selekciji i kao rezultat toga stvorene su prve domaće sorte populacije kukuruza: Rumski zlatni zuban, Vukovarski zuban, Flajšmanov zuban (Fleischmann, 1918, 1942). Nekoliko godina kasnije su iz istog izvora stvoreni i Beljski zlatni zuban, Novosadski zlatni zuban i drugi zubani (Gibšman, 1956).

U toku četiri veka duge evolucije kukuruza u Jugoslaviji u raznovrsnim klimatskim uslovima, kroz proces hibridizacije, selekcije i adaptacije stvorene su raznovrsne populacije kukuruza. Zbog dobre prilagođenosti agroekološkim uslovima, lokalne populacije predstavljaju dragocen selekcionni materijal koga je trebalo prikupiti, oceniti i klasifikovati, da bi se sačuvao od propadanja i da bi se mogao koristiti za stvaranje hibridnih sorti na kojima počiva savremena proizvodnja kukuruza. Institut za ratarstvo i povrtarstvo iz Novog Sada je već polovinom XX veka prikupio gotovo sve lokalne populacije koje su gajene u Vojvodini. Uzorci semena se čuvaju u hladnoj komori pri temperaturi od 4-7°C i

relativnoj vlažnosti vazduha od 40%. Vitalnost semena i genetička identičnost populacija se održava povremenim obnavljanjem populacija u slobodnoj oplodnji.

Lokalne populacije kukuruza jugoslovenskog kukuruznog pojasa, kao i inbred linije iz njih izvedene imaju potencijalno veliku vrednost kao izvori poželjnih alela u oplemenjivanju kukuruza. Kod lokalnih populacija tipa zubana, poluzubana i tvrduca pronađeni su izvori otpornosti prema prouzrokovateljima glavnih bolesti (*H. turcicum* i *F. graminearum*) i štetočina (*O. nubilalis*) (Penčić, et al., 1984). Pored toga, lokalne populacije poseduju široku adaptabilnost na semiaridne uslove gajenja, imaju nizak procenat jalovih biljaka, brz početni porast, tolerantnost na niske temperature nakon setve i dobar kvalitet zrna.

Materijal i metod

Na početku ere hibridizacije kod nas, lokalne populacije su masovno korišćene kao početni materijal za izvođenje inbred linija roditeljskih komponenti hibrida. Prve domaće inbred linije, su stvorene iz lokalnih populacija: Novosadski zlatni zuban, Vukovarski žuti zuban, Bankut bajša i drugih sredinom dvadesetog veka metodom pedigre selekcije (Šarić et al., 1980). To su linije iz prvog ciklusa selekcije (Tab.1). Nakon testa na tolerantnost prema suši, na osnovu stepena zaraze prouzrokovateljima pegavosti lista, truleži stabla, korena i klipa odabrano je 924 od 1271 inbred linija. Potencijal za prinos zrna i druga agronomski važna svojstva (lom stabla, jalovost, procenat vlage u zrnu u berbi) ovih i drugih inbred linija ispitivan je u test ukrštanjima inbred linija sa single cross hibridima američkog porekla: Wf9 x M14, Wf9 x N6, Wf9 x 38-11 ili sa lokalnim populacijama: Novosadski zlatni zuban i Vukovarski žuti zuban. Više od 4000 three way cros hibrida i top cros hibrida u poređenju sa hibridom Kansas 1859 kao standardom, ispitivano je u ogledima po slučajnom blok sistemu, u tri ponavljanja, sa 40 biljaka po ponavljanju, na 20 lokacija, između 1962 i 1964. godine. Kod 243 hibrida ustanovljen je posećan prinos zrna iznad 9,0 t.ha⁻¹, dok je standard Kansas 1859 ostvario prinos od 7,1 t.ha⁻¹. Na taj način je odabrano 57 inbred linija iz prvog ciklusa selekcije koje poseduju visoku kombinacionu sposobnost za prinos zrna i dobre ostale agronomski važne osobine (Šarić i sar., 1980). Za ova istraživanja su odabrane inbred koje su učestvovala u stvaranju komercijalnih hibrida kao njihove roditeljske komponente.

Kod 35 inbred linija iz prvog ciklusa selekcije, poreklom iz 6 lokalnih populacija kukuruza: Vukovarski žuti zuban, Bankut bajša, Šidski žuti zuban, Sočice, Novosadski žuti zuban i Novosadski zlatni zuban, ukrštenih sa dva inbred testera, ispitivan je heterotični potencijal za prinos zrna. Inbred testeri, B73 i Mo17 su poreklom iz Američkog kukuruznog pojasa, pripadaju različitim heterotičnim grupama (BSSS, odnosno, Lancaster Sure Crop), i zbog izvanrednih kombinacionih sposobnosti čine jedan heterotični par.

Tab. 1. Inbred linije iz prvog ciklusa selekcije

Tab. 1. Inbred lines from the first cycle of selection

Izvorna populacija Source population	Linije Lines		
	Stvoreno Investigated	Izdvojeno Selected	Odabrano Chosen
Novosadski zlatni zuban	832	14	6
Vukovarski zuti zuban	243	9	6
Bankut bajsa	65	8	4
Novosadski zuti zuban	40	10	10
Sidski zuti zuban	13	4	4
Novosadski beli zuban	10	1	
Socice	45	8	5
Crepajski	27	1	
Mates	15	1	
Bajmok	11	1	
Total	1271	57	35

Tokom 1996 godine proizvedeni su prosti (SC) hibridi u dve odvojene prostorne izolacije. Prinos zrna SC hibrida ispitivan je u ogledima u Rimskim Sancevima tokom 1997 i 1998 godine. Ogledi su postavljeni po slučajnom blok sistemu u tri ponavljanja na zemljištu tipa černoziem. Gajeno je 40 biljaka po eksperimentalnoj parceli površine 6,3 m². Eksperimentalnu parcelu činila su dva reda dužine 4,5 m sa međurednim razmakom 0,7 m. Primenjena je uobičajena tehnologija za proizvodnju kukuruza, a setva i berba su obavljene ručno.

Rezultati i diskusija

Mada se nigde u svetu ne vrši sistematsko oplemenjivanje na heterotični par, prihvatanjem koncepta hibridnih sorti selekcionisanje opozitnih grupa iz kojih će biti izdvojene heterotične inbred linije je osnov savremenog oplemenjivanja kukuruza.

Za praktični rad u oplemenjivanju kukuruza su značajne samo linije s visokim kombinacionim sposobnostima, odnosno, linije čiji hibridi su prinostniji od standarda. Između 70 ispitivanih single cross hibrida, kod 32 hibrida je ustanovljen isti ili viši prinos zrna od prinosa zrna standarda (B73 x Mo17) (Graf. 1). Domaće inbred linije se međusobno razlikuju po potencijalu za prinos zrna u zavisnosti od tipa testera. Kada je kao tester korišćena inbred linija Mo17, odabrano je 26 od 35 inbred linija, dok je kod hibrida sa testerom B73 odabrano 6 od 35 inbred linija sa prinostom zrna hibrida na nivou ili značajno višim od standarda. Obzirom da inbred testeri Mo17 i B73 predstavljaju jedan heterotični par, domaće inbred linije grupisane oko njih se mogu ukrštati ne samo sa odgovarajućim testerom, već i međusobno (domaća x domaća) u cilju stvaranja heterotičnih hibrida. Inbred linije poreklom iz populacija Vukovarski žuti zuban,

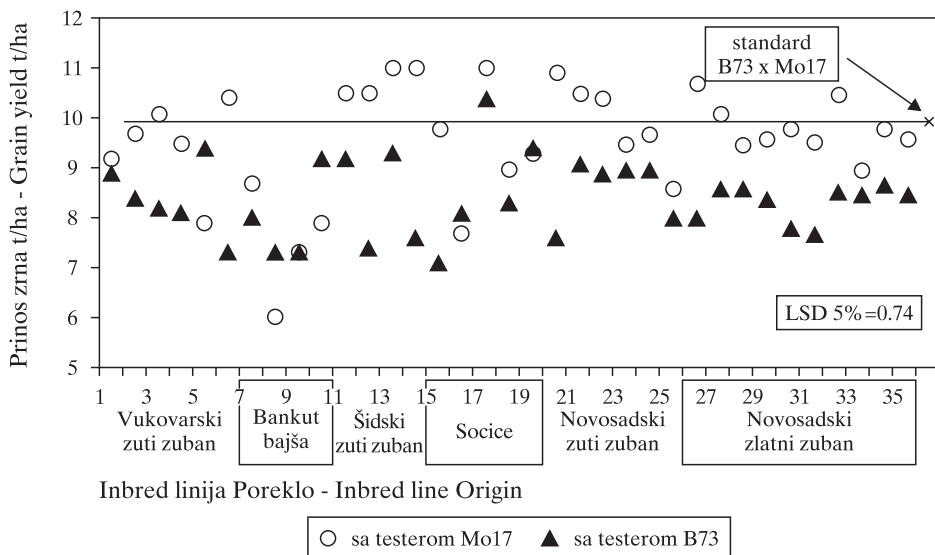
Šidski žuti zuban, Novosadski žuti zuban i Novosadski zlatni zuban uglavnom pripadaju Lancaster Sure Crop ili BSSS heterotičnoj grupi, dok linije poreklom iz populacija Bankut bajša i Sočice nisu ispoljile jasnu pripadnost ni prema BSSS niti prema Lancaster Sure Crop tipu plazme. Šta više, ove linije podjednako reaguje sa oba tipa plazme, pa se može pretpostaviti da pripadaju nekoj novoj heterotičnoj grupi, a nije isključeno postojanje heterotičnog para i među linijama domaćeg porekla.

U Jugoslaviji se kao heterotični par masovno koristi zuban iz kukuruznog pojasa jugoslavije i zuban američkog kukuruznog pojasa, a nedavno je i među lokalnom germplazmom pronađen heterotični par (Radović i Jelovac, 1995). Kod 125 lokalnih populacija poreklom iz Jugoslavije je ustanovljen heterozis za prinos zrna između 70 populacija i inbred testera B73, 30 populacija i inbred testera Mo17 i 84 populacije i inbred testera V395/31. U našem radu, kao i u radu Jelovac i Radović (1995) korišćen je lokalni selekциони materijal, ali je njegova heterotična pripadnost bila različita. U našem radu 26 od 35 linija pripada BSSS ili LSC heterotičnim grupama, dok u radu Radović i Jelovac (1995) većina domaćih populacija (84/125) pripada novoj heterotičnoj grupi. Jedan od mogućih razloga neusklađenih rezultata može biti genetička konstitucija materijala. Dok su Radović i Jelovac (1995) koristili lokalne populacije široke genetičke osnove, u našim istraživanjima korišćene su inbred linije izvedene iz lokalnih populacija. Veličina uzorka može takođe biti uzrok neusklađenih rezultata. Ovim ispitivanjima je obuhvaćeno manje od 1% od ukupnog broja inbred linija iz prvog ciklusa selekcije, poreklom iz 6 od više stotina identifikovanih lokalnih populacija. Imajući u vidu genetičku varijabilnost domaćih inbred linija, njihovu heterotičnu pripadnost treba ispitivati u odnosu na sve poznate heterotične grupe koje se koriste kod nas jer se mogu očekivati i novi heterotični parovi među domaćim inbred linijama.

Domaće inbred linije kukuruza su dale veliki doprinos oplemenjivanju kukuruza u Jugoslaviji do sada. Cikličnim ukrštanjima odabranih domaćih inbred linija s elitnim inbred linijama introdukovanim iz drugih područja gajenja kukuruza, stvorena je jedinstvena gen banka u kojoj su skupljena poželjna svojstva od oba roditelja. Zbog toga najnovije inbred linije, iz poslednje generacije selekcije objedinjuju pozitivne osobine domaćih inbred linija (široka adaptabilnost, tolerantnost na sušu, otpornost na glavne bolesti i štetočine, ranostasnost), sa pozitivnim osobinama introdukovanih inbred linija (visok potencijal rodnosti za prinos zrna, otpornost na lom stabla i korena, čvrsto stablo).

Do sada je otkriven veliki broj heterotičnih grupa u svim klimatskim zonama, ali se za izvođenje inbred linija i stvaranje hibrida koristi svega nekoliko heterotičnih parova. U kukuruznom pojasu Amerike najviše se koristi par Reid Yellov Dent x Lancaster Sure Crop, a poznati su i drugi heterotični parovi među populacijama domaće egzotične plazme Amerike: Midland, Leaming, Krug, Late Clarage, Osterland Yellow Dent, Golden Glow i Hayes Golden (Kauffmann, et al., 1982). Uobičajeni heterotični par u Evropi je Američki tip zubana puta zuban

Evropskog tipa, ili USA zuban puta tvrdunac Evropskog tipa (Malvar et. all., 1996). Single coss hibrid između dve Francuske inbred linije, F2 x F6, proizveden je od inbred linija poreklom iz iste lokalne populacije.



Graf. 1. Prinos zrna test hibrida između domaćih inbred linija i testera Mo17 i B73
 Fig. 1. Grain yield of test crosses between domestic inbred lines and the testers B73 and Mo17

Da bi se rezultati ovih istraživanja mogli što bolje i što brže iskoristiti u oplemenjivanju kukuruza, domaće inbred linije su prema heterotičnoj pripadnosti svrstane u grupe: BSSS, Lancaster i nova germ-plazma. Međusobnim rekombinovanjem linija unutar grupa formirane su tri sintetičke populacije koje će biti uključene u programe populacijskog poboljšanja. Nakon nekoliko ciklusa intra i inter populacione selekcije na prinos i osobine stabla, poboljšane populacije će biti dragocen izvor nove varijabilnosti za izvođenje inbred linija roditeljskih komponenti novih hibrida kukuruza.

LITERATURA

- Brandolini, G.A. (1968): European races of corn. Pproc. 24 th Ann. Corn and Sorghum Research Conference. Washington DC. ASTA, Publ, No 24:36-48.
- Brown, W.L. (1960): Races of maize in the West Indies. NAS-NRC Publ. 792:1-60.
- Fleischmann, R. (1918): Die Auslese bei der Maiszuchtung. Z. für Pflanzenzuchtung 6:69-96.
- Fleischmann, R. (1942): 33 Jahre Maiszuchtung. Z. für Pflanzenzuchtung 24:363-373.

- Gibšman, E. (1956): Maize varieties grown in Vojvodina. Zavod za poljoprivredna istraživanja Novi Sad, 1-30.
- Kauffmann, K.D., Crum, C.W., Lindsey, M.F. (1982): Exotic germ plasm in corn breeding program. III. Corn breeder's Scholl, 18:6-39.
- Leng, E.R., Tavčar, A., Trifunović, V. (1962): Maize of southeastern Europe and its potential value in breeding programs elsewhere. Euphytica 11, (263-272).
- Malvar, R.A., Ordas, A., Revilla, P., Cartea, M.E. (1996): Estimates of genetic variances in two Spanish populations in Maize. Crop Sci., 36:291-295.
- Pavličić, J., Trifunović, V. (1966): Contribution to the Study of Some more Important Ecological Types of Maize Grown in Yugoslavia and Their Classification. Arhiv za Polj. nauke, 19,66:44-62.
- Penčić, J., Draganić, M., Bača, F. (1984): Local Maize Varieties as a Source of Resistance to Diseases and Pests. Arhiv za poljoprivredne nauke 45, 1:143-154.
- Radić, Đ. (1875): Sve o kukuruzu. Beograd.
- Radović, G., Jelovac, D. (1995): Identification of the heterotic pattern in Yugoslav maize germ plasm. Maydica, 40:223-227.
- Suranyi, J., Mandy, G. (1955): A kukorica. Budapest: 1-183.
- Trifunović, V. (1978): Maize production and maize breeding in Europe: Maize breeding and genetics, John Wiley and sons New York, 41-58.
- Šarić, T., Savić, R., Jakovljević, L. (1980): Selekciona vrednost gajenih sorata, populacija i ekotipova kukuruza u Vojvodini. KUKURUZ, proizvodnja, prerada i upotreba. Beograd, 15-19. IX, (71-79).

HETEROTIC AFFILIATION OF MAIZE INBREDS ORIGINATING FROM LOCAL POPULATIONS

Stojaković, M., Jocković, Đ., Bekavac, G., Nastasić, Aleksandra

Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad

SUMMARY

Local maize populations used to be grown widely in commercial production. Since the introduction of hybrids, however, they are used as starting materials in selection to develop inbred lines of hybrid's parental components. From a large number of inbreds originating from several dozen local populations, we chose for our study 35 lines from a total of six local populations (Vukovarski žuti zuban, Novosadski žuti zuban, Šidski žuti zuban, Sočice, Novosadski zlatni zuban, and Bankut bajša). The lines differed in their heterotic potential for grain yield with the inbred testers B73 and Mo17. Most of the inbred lines originating

from Vukovarski žuti zuban, Novosadski žuti zuban, Šidski žuti zuban, and Novosadski zlatni zuban were shown to have the BSSS-type plasm. The inbreds originating from the populations Sočice i Bankut bajša did not belong clearly to either the BSSS- or Lancaster-plasm group they responded equally to both types of plasm and can therefore be said to belong in a separate, neutral group relative to the studied germplasm.

KEY WORDS: maize germ plasm, local populations, heterotic groups