

UDK

## GENETIČKE KORELACIJE ZA VAŽNIJA AGRONOMSKA SVOJSTVA IZMEĐU $S_1$ I HS FAMILIJA U DVA KOMPOZITA KUKURUZA (*Zea mays* L.)

VANČETOVIĆ, JELENA, ROŠULJ, M., PAJIĆ, ZORICA<sup>1</sup>

*IZVOD: U radu su proučavane genetičke korelacije važnijih agronomskih svojstava između  $S_1$  i HS familija u dva kompozita kukuruza (Komp. B i M). Za prinos zrna, genetička korelacija  $S_1$  i HS familija u Komp. B bila je značajna, srednje jaka (0,359\*), ali i suviše niska da bi se sa sigurnošću, na osnovu prinosa  $S_1$  familije, sudilo o njenoj KS, ili obrnuto. Veća korelacija za prinos zrna utvrđena je u Komp. M i bila je jaka i visoko značajna (0,663\*\*). Korelacije za prinos zrna bile su niže nego za druge ispitivane osobine u oba kompozita. Za visinu klipa i masu 1000 zrna vrednosti ovih korelacija bile su veće u Komp. B, a za sve ostale osobine u Komp. M, pa je verovatno u Kompozitu M udeo aditivne u ukupnoj genetičkoj varijansi veći za većinu ispitivanih svojstava.*

*Što se tiče prinosa zrna, kombinovana  $S_1$ -HS selekcija bi se smela primeniti samo u Komp. M, na osnovu visoko značajne korelacije za ovu osobinu između ispitivanih tipova familija. U Komp. B ovo ne bi smelo da se uradi. Ovde je alternativa, za istovremenu popravku prinosa populacije per se i njene KS, naizmenična primena  $S_1$  i HS selekcije (najpre  $S_1$ , a zatim HS), ali uz vrlo nizak intenzitet (oko 30%).*

**Ključne reci: genetičke korelacije,  $S_1$  i HS familije, rekurentna selekcija**

UVOD: Za popravku populacija kukuruza postoji veći broj metoda povratne (rekurentne) selekcije (RS), koja omogućuje sistematsku popravku osnovnih populacija uz očuvanje njihove genetičke varijabilnosti. Dva često korišćena i međusobno poredena metoda RS su half-sib - HS-RS uz korišćenje inbred testera i  $S_1$ - $S_2$ -RS. Poređenja  $S_1$ -RS i HS-RS metoda selekcije međusobno, kao i sa drugim metodama, dala su različite rezultate. Zbog prednosti i nedostataka pojedinačnih metoda, kao i radi što potpunijeg iskorišćavanja celokupne genetičke varijabilnosti u populaciji, čine se pokušaji kombinovanja pojedinih metoda u popravci iste populacije. Goulas i Lonnquist (1976) su objavili rezultate dva ciklusa kombinovane HS (klip na red) i  $S_1$  selekcije u sintetičkoj populaciji stvorenoj od tri inbred linije. Prvi ciklus bio je 5% rodniji od početne populacije, a drugi 20%. Autori zaključuju da je ovakav vid kombinovane selekcije bolji za

popravku populacije per se od pojedinačnih metoda, pošto HS selekcija favorizuje gene sa heterotičnim efektom, dok  $S_1$  selekcija koristi najviše aditivnu genetičku varijansu. Isti autori izvršili su poređenje kombinovane HS- $S_1$  selekcije sa HS,  $S_1$  i selekcijom na bazi selekcionog indeksa formiranog na osnovu prinosa HS i  $S_1$  familija (Goulas i Lonnquist, 1977). Kombinovana selekcija bila je efikasnija od HS i  $S_1$  pojedinačnih metoda, dok je selekcija na bazi selekcionog indeksa imala sličan efekat kombinovanoj HS- $S_1$  selekciji. Posle četiri ciklusa kombinovane HS (klip na red) i  $S_1$  selekcije u istoj populaciji prinos populacije se povećao 3,5% po ciklusu, a vlaga u zrnu opala 1,5% po ciklusu (Coors, 1988). U ukrštanjima sa nesrodnim inbred linijama nije bilo progressa, pa autor smatra da bi kombinovana  $S_1$  i HS selekcija uz korišćenje inbred testera bila pogodnija za popravku i kombinacione sposobnosti i populacije per se.

Originalni naučni rad (Original scientific paper)

<sup>1</sup> Dr JELENA VANČETOVIĆ, dr MILORAD ROŠULJ, dr ZORICA PAJIĆ, Institut za kukuruz "Zemun Polje", Beograd-Zemun

Za uspešno korišćenje kombinovanih ili pojedinačnih metoda selekcije, bitno je znati korelacije za različita svojstva od značaja za selekciju između  $S_1$  i HS familija u populacijama koje se popravljaju. Utvrditi ove korelacije jeste i cilj ovoga rada, u dva kompozita kukuruza.

### Materijal i metod rada

Za ovo istraživanje odabrana su dva kompozita kukuruza, svaki formiran od po pet domaćih populacija. Kompozit formiran od populacija koje imaju dobru kombinacionu sposobnost sa linijom B73 označen je kao Kompozit B, a drugi, formiran od populacija sa dobrom kombinacionom sposobnošću sa Mol7 kao Kompozit M.

U zimskoj generaciji 1991/92 godine urađena je samooplodnja oko 300 biljaka iz svakog kompozita, od kojih je slučajno odabrano po 100  $S_1$  familija. Godine 1992 postavljeni su ogledi sa  $S_1$  familijama po Nested dizajnu (Nepotpuni blok dizajn sa ponavljanjima u okviru bloka, Cochran i Cox, 1957) u dve lokacije (Zemun Polje i Indija). Uporedo su  $S_1$  familije umnožene slučajnim ukrštanjem u okviru svake familije u punom srodstvu (full-sib) i ukrštene sa nesrodnim inbred testerom (Komp. B sa B73, a Komp. M sa Mol7).

U 1993 godini postavljeni su ogledi sa  $S_1$  familijama i njihovim test-ukrštanjima (HS familijama) u tri lokacije: Zemun Polju, Indiji i Bečeju, s tim što su ogledi sa  $S_1$  familijama u Zemun Polju bili odbačeni zbog velikog procenta jalovih biljaka izazvanih drastičnom sušom. Pri izvođenju oglada primenjena je standardna tehnologija gajenja kukuruza. Setva i berba obavljene su ručno. Elementi oglada bili su: četiri seta (bloka) sa po 25  $S_1$  odnosno HS familija; dva ponavljanja u okviru seta; 20 biljaka po ponavljanju (10 kućica po dve biljke); gustina useva 51.000 bilj./ha (0,7x0,56 m); površina elementarne parcele 3,92 m<sup>2</sup>. Proučavane su sledeće osobine: prinos zrna (t/ha sa 14% vlage); visina biljke (cm); visina klipa (cm); dužina klipa (cm); broj redova zrna i masa 1000 zrna (g).

Genetičke korelacije između  $S_1$  i HS familija za ispitivane osobine, dobijene iz podataka analize varijanse i kovarijanse Nested dizajna po Random modelu, izračunate su po formuli:

$$r_{S_1HS} = \frac{COV_{S_1HS}}{\sqrt{\sigma_{S_1}^2 \sigma_{HS}^2}}$$

Ovde fenotipske korelacije nema smisla raditi, pošto su  $S_1$  i HS familije bile u odvojenim ogledima, pa je uticaj spoljnih faktora različit za ova dva tipa familija. Ovo dovodi do različite ekološke varijanse u ukupnoj fenotipskoj varijansi kod ovih potomstava (Bradshaw, 1983).

### Rezultati i diskusija

Genetičke korelacije između  $S_1$  i HS familija za ispitivana svojstva u okviru kompozita su važne jer pokazuju sa kojom verovatnoćom će odabrane  $S_1$  familije na osnovu osobina *per se* imati i dobru kombinacionu sposobnost (KS) i obrnuto, koliko će odabrane HS familije na bazi KS imati zadovoljavajuće osobine *per se*. Za prinos zrna, genetička korelacija  $S_1$  i HS familija u Komp. B bila je značajna (Tab. 1), srednje jaka (0,359\*), ali i suviše niska da bi se sa sigurnošću, na osnovu prinosa  $S_1$  familije, sudilo o njenoj KS, ili obrnuto. Veća korelacija za prinos zrna utvrđena je u Komp. M i bila je jaka i visoko značajna (0,663\*\*). Izborom prinosnih  $S_1$  familija iz Komp. M za naredni ciklus selekcije postoji značajna verovatnoća da će se popraviti i KS populacije, a važi i obrnuto.

Tab. 1. Genetičke korelacije između  $S_1$  i HS familija za ispitivana svojstva

Tab. 1. Genetic correlations between  $S_1$  and HS families for the investigated traits

Osobina	Kompozit B	Kompozit M
Prinos zrna	0,359*	0,663**
Visina biljke	0,696**	0,808**
Visina klipa	0,847**	0,816**
Dužina klipa	0,424**	0,791**
Broj redova zrna	0,841**	0,950**
Masa 1000 zrna	0,878**	0,818**

( $p < 0,05$ ), \*\*( $p < 0,01$ )

U Komp. B za dužinu klipa ova korelacija bila je srednje jaka i visoko značajna, a za sve ostale osobine u oba kompozita korelacije su bile jake i visoko značajne i kretale su se od 0,696 do 0,950 (Tab. 1). Jedino je za visinu klipa i masu 1000 zrna ova korelacija bila veća u Komp. B, dok je za sve ostale osobine bila veća u Komp. M.

Korelacije između  $S_1$  i HS familija ukazuju na verovatnoću sa kojom će selekcija familija, odnosno linija *per se* uticati na popravku njihove KS. Što je veća aditivna varijansa u populaciji, očekuje se da bude veća vrednost ovih korelacija, i obrnuto. Vrednosti korelacija za prinos zrna od 0,359\* za Komp. B i 0,663\*\* za Komp. M su u saglasnosti sa istraživanjem Genter-a i Alexander-a (1962). Za sva ostala svojstva korelacije su veće nego za prinos zrna u oba kompozita. U Komp. B korelacije  $S_1$  i HS familija su bile veće nego u Komp. M jedino za visinu klipa i masu 1000 zrna, a za sve ostale osobine u Komp. M. Stoga se može reći daje u Komp. M veći udeo aditivne u ukupnoj genetičkoj varijansi za većinu ispitivanih svojstava u odnosu na Komp. B. Ova korelacija za prinos zrna u Komp. B je u saglasnosti sa većinom istraživanja (Lonnquist i Lindsey, 1964, Duclos i Crane, 1968, Carangal et al., 1971, Russell i Machado, 1978, Walters et al., 1991), dok je za Komp. M nešto veća nego u ostalim istraživanjima, a slična rezultatu do kog su došli Genter i Alexander (1966), koji su dobili korelaciju od 0,61\*\* u CBS populaciji kukuruza.

Harris et al. (1972) su našli genetičke korelacije za prinos zrna između  $S_1$  i HS familija sa nesrodnim dvolinijskim testerom od 0,16 do 0,81 u sorti Hays Golden i dve populacije dobijene iz nje putem po devet ciklusa masovne selekcije na prinos zrna. Proste korelacije za prinos zrna između 160 slučajno dobijenih  $S_7$  linija i 320 dvolinijskih hibrida između njih iz BSSS sintetika za prinos zrna iznosile su 0,09 i 0,11\* (Gama i Hallauer, 1977). Za visinu biljke ove vrednosti bile su 0,39\*\* (korelacija inbred linija i prosečne vrednosti hibrida sa istom linijom) i 0,07 (korelacija hibrida i prosečne vrednosti po dve roditeljske linije), za visinu klipa 0,35\*\* i 0,17\*\*, a za dužinu klipa 0,21\*\* i -0,06. I pored značajnosti nekih od ovih korelacija, koeficijent determinacije ni u jednom slučaju nije bio veći od 16%. U našem istraživanju korelacije su bile daleko veće, što je možda posledica veće heterozigotnosti  $S_1$  u odnosu na  $S_7$  linije. Sa povećanjem % inbridinga obično opadaju korelacije između linija i njihovih hibrida, verovatno zbog veće interakcije ef L homozigotnih linija sa spoljnom sredinom u odnosu na  $S_1$  i 82 linije (Horner j-ser., 1977). Ovi autori su u dve podpopulacije (A i B) sintetika šire genetičke

osnove našli proste korelacije između  $S_1$  i HS familija za prinos zrna 0,61 i 0,35, za visinu biljke 0,68 i 0,72 i za visinu klipa 0,60 i 0,65. Hallauer i Lopez-Perez (1979) nisu našli značajne genetičke korelacije za prinos zrna između 50 neselekcionisanih  $S_7$  linija iz BSSS sintetika i njihovih  $S_8$  ukrštanja sa po pet testera. Ove korelacije su se kretale od -0,09 do 0,17.

Genetičke korelacije za masu 1000 zrna između  $S_1$  i HS familija u Komp. B (0,878\*\*) i Komp. M (0,818\*\*) veće su nego u istraživanju Johnson-a i Russell-a (1982), u kojem je korelacija za ovu osobinu između neselekcionisanih linija iz BSSS-a i hibrida između njih iznosila 0,74\*\*. U navedenom istraživanju linije su bile homozigotne, u odnosu na  $S_1$  linije u našem istraživanju, što je možda uzrok veće korelacije dobijene u našem istraživanju.

Jensen et al. (1983) utvrdili su korelacije između 82 linija *per se* dobijenih iz elitnih dvolinijskih hibrida i njihovih  $S_2$  test-ukrštanja od -0,37 do 0,52\*. Neaditivna varijansa je veća za prinos zrna u tim materijalima u odnosu na aditivnu, što je verovatno slučaj sa većinom elitnih materijala. Kod populacija šire genetičke osnove, međutim, očekuje se da aditivna varijansa bude veća od neaditivne, pa samim tim i da korelacije između  $S_{1,2}$  i HS familija iz ovakvih populacija budu veće. Ovo je potvrdilo istraživanje Ivanovića i sar. (1987), koji su našli prostu korelaciju i korelaciju ranga za prinos zrna između  $S_2$  i HS familija u populaciji uske genetičke osnove (rekombinovana  $F_2$  generacija elitnog dvolinijskog hibrida) od 0,060 i 0,067, respektivno, dok su ove korelacije za  $S_1$  i HS familije u populaciji široke genetičke osnove iznosile 0,220\* i 0,230\*. Ovakvo niske korelacije bile su moguća posledica maskirnog efekta elitnog inbred testera. Takođe je i veći stepen inbridinga kod  $S_2$  familija u prvoj populaciji uticao na manju vrednost ovih korelacija.

Leford i Russell (1985) su dobili prostu korelaciju za prinos zrna između  $S_2$  i HS familija (ukrštanja sa linijama B73 i Mol7) iz sintetika BS1(HS)C1 od 0,54\*\*, što predstavlja visoku vrednost u odnosu na većinu drugih praktičnih i teorijskih istraživanja. Smith (1986) je na osnovu kompjuterske simulacije pokazao da se, za osobine uslovljene velikim brojem gena koji pokazuju punu dominaciju, očekuje da

fenotipska korelacija između linija *per se* i njihovih test-ukrštanja bude manja od 0,5 samo zbog maskirajućeg efekta dominantnih alela testera, čak i bez prisustva superdominacije, epistaze ili vezanih gena u ispitivanom materijalu. Korelacija prinosa linija *per se* i njihovih ukrštanja sa nesrodnim testerom u navedenom istraživanju iznosila je 0,28. Korišćenje tzv. "dobrog" testera (tester sa dobrim osobinama *per se*) uticaće na smanjenje genetičke varijanse između test-ukrštanja, kao i na smanjenje korelacije između linija *per se* i njihovih test-ukrštanja. Kod Komp. B i M, varijansa između HS familija za prinos zrna bila je veća u Komp. B (podaci nisu prikazani), ali je korelacija između S<sub>1</sub> i HS familija u istom kompozitu bila manja u odnosu na Komp. M. Ovo je možda posledica razlika u specifičnoj kombinacionoj sposobnosti ispitivanih S<sub>1</sub> familija Komp. B sa linijom B73.

Genetička korelacija za prinos zrna između S<sub>1</sub> i HS familija u Komp. B manja je nego u istraživanju Husića (1992), dok je ova korelacija u Komp. M veća u poredenju sa istim istraživanjem. Autor je dobio vrednosti

0,396\*\* i 0,453\*\* kod dve sintetičke populacije. Većina genetičkih korelacija S<sub>1</sub> i HS familija za ostale ispitivane osobine veća je u našem istraživanju u odnosu na istraživanje pomenutog autora.

### Zaključak

Korelacije između S<sub>1</sub> i HS familija za prinos zrna bile su niže nego za druge ispitivane osobine u oba kompozita. Za visinu klipa i masu 1000 zrna vrednosti ovih korelacija bile su veće u Komp. B, a za sve ostale osobine u Komp. M, pa je verovatno u Kompozitu M udeo aditivne u ukupnoj genetičkoj varijansi veći za većinu ispitivanih svojstava.

Što se tiče prinosa zrna, kombinovana S<sub>1</sub>-HS selekcija bi se smela primeniti samo u Komp. M, na osnovu visoko značajne korelacije za ovu osobinu između ispitivanih tipova familija. U Komp. B ovo ne bi smelo da se uradi. Ovde je alternativa, za istovremenu popravku prinosa populacije *per se* i njene KS, naizmenična primena S<sub>1</sub> i HS selekcije (najpre S<sub>1</sub>, a zatim HS), ali uz vrlo nizak intenzitet (oko 30%).

### LITERATURA

- BRADSHAW, J.E. (1983): Estimating the predicted response to S<sub>1</sub> family selection. *Heredity*, 51:415-418.
- CARANGAL, V.R., S.M. ALI, A.F.KOBLE, E.H. RINKE, and J.C. SENTZ (1971): Comparison of S<sub>1</sub> with testcross evaluation for recurrent selection in maize. *Crop Sci.*, 11:658-661.
- COCHRAN, W.G., and G.M. COX (1957): *Experimental designs*. John Wiley & Sons, Inc. Canada.
- COORS, J.G. (1988): Response to four cycles of combined half-sib and S<sub>1</sub> family selection in maize. *Crop Sci.*, 28: 891-896.
- DUCLOS, L.A., and P.L. CRANE (1968): Comparative performance of top crosses and S<sub>1</sub> progeny for improving populations of corn (*Zea mays* L.). *Crop Sci.*, 8: 191-194.
- GAMA, E.E.G., and A.R. HALLAUER (1977): Relation between inbred and hybrid traits in maize. *Crop Sci.*, 17: 703-705.
- GENTER, C.F., and M.W. ALEXANDER (1962): Comparative performance of S<sub>1</sub>, progenies and test-crosses of corn. *Crop Sci.*, 2: 516-519.
- GENTER, C.F., and M.W. ALEXANDER (1966): Development and selection of productive S<sub>1</sub> inbred lines of corn (*Zea mays* L.). *Crop Sci.*, 6: 429-431.
- GOULAS, C.K., and J.H. LONNQUIST (1976): Combined half-sib and S<sub>1</sub> family selection in a maize composite population. *Crop Sci.*, 16: 461-464.
- GOULAS, C.K., and J.H. LONNQUIST (1977): Comparison of combined half-sib and S<sub>1</sub> family selection with half-sib, S<sub>1</sub>, and selection index procedures in maize. *Crop Sci.*, 17: 754-757.
- HALLAUER, A.R., and E. LOPEZ-PEREZ (1979): Comparisons among testers for evaluating lines of corn. *Proc. Ann. Corn and Sorghum Res. Conf., Chicago, II. 11-13 Dec. ASIA, Washington, DC, 57-76.*
- HARRIS, R.E., C.O. GARDNER, and W.A. COMPTON (1972): Effects of mass selection and irradiation in corn measured by random S<sub>1</sub> lines and their testcrosses. *Crop Sci.*, 12: 594-598.
- HORNER, E.S., S.L. ROBINSON, and M. AMEHA (1977): S<sub>2</sub> line *per se* versus

- testcross yields in corn. 32th Ann. Corn and Sorghum Res. Conf., 21-31.
- HUSIĆ, I. (1992): Nasledivanje komponenti prinosa i genetička dobit od selekcije na bazi S<sub>1</sub> i HS potomstava kukuruza. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- IVANOVIC, M., O. STOJNIC, and R.R. GREDER (1987): Correlations among grain yields of full-sib, half-sib, and selfed progenies in broad and narrow base populations of maize (*Zea mays* L.). Genetika, 19: 37-45.
- JENSEN, S.D., W.E. KUHN, and R.L. McCONNELL (1983): Combining ability studies in elite U.S. maize germplasm. Proc. 38th Annual Corn and Sorghum Ind.-Res. Conference, 87-96.
- JOHNSON, D.Q., and W.A. RUSSELL (1982): Genetic variability and relationships of physical grain-quality traits in the BSSS population of maize. Crop Sci., 22: 805-809.
- LEFORD, D.R., and W.A. RUSSELL (1985): Genetic variability and relationships of physical grain quality with agronomic traits of 82 lines and testcrosses of maize. Maydica, 30: 269-280.
- LONNQUIST, J.H., and M.F. LINDSEY (1964): Top cross versus S<sub>1</sub> line performance in corn (*Zea mays* L.). Crop Sci., 4: 580-584.
- RUSSELL, W.A., and V. MACHADO (1978): Selection procedures in the development of maize inbred lines and the effect of plant densities on the relationships between inbred traits and hybrid yields. Iowa State University Res. Bulletin, 585:911-932.
- WALTERS, S.P., W.A. RUSSELL, and K.R. LAMKEY (1991): Comparisons of phenotypic correlations among S<sub>1</sub> lines, and their testcrosses, from four Iowa Stiff Stalk populations of maize. Maydica, 36: 39-44.

#### GENETIC CORRELATIONS FOR MORE IMPORTANT TRAITS BETWEEN S<sub>1</sub> AND HS FAMILIES IN TWO COMPOSITES OF MAIZE (*Zea mays* L.)

VANČETOVIĆ, JELENA, ROŠULJ, M., PAJIĆ, ZORICA

##### SUMMARY

Genetic correlations for more important agronomic traits between S<sub>1</sub> and HS families of two composites of maize (Composite B and M) were investigated. For the grain yield genotypic correlation between S<sub>1</sub> and HS families in Comp. B was significant, medium strong (0,359\*), but too low for predictable purposes. Greater correlation for the grain yield was obtained in Comp. M, it was strong and highly significant (0,663\*\*). Correlations for grain yield were lower than for the other investigated traits in both composites. For the ear height and 1000 kernel weight these correlations were higher in Comp. B, while for the rest of the traits they were greater in Comp. M, indicating greater share of the additive in the total genotypic variance in this composite.

As far as the grain yield is concerned, combined S<sub>1</sub>-HS selection should be applied only in the Comp. M, based on the strong, highly significant correlation between investigated families. In Comp. B this is not the case. For this composite, alternative procedure, for the simultaneous improvement of the population *per se* and its combining ability, is first to apply S<sub>1</sub>, and after that HS selection, but with very low intensity (about 30%).

**Key words:** genetic correlations, S<sub>1</sub> and HS families, recurrent selection