

## Varijabilnost i heritabilnost komponenta prinosa populacija kukuruza sa egzotičnom germplazmom

- Originalni naučni rad -

Tomislav ŽIVANOVIĆ<sup>1</sup>, Mile SEČANSKI<sup>2</sup>, Sanja VASILJEVIĆ<sup>3</sup>,  
Slaven PRODANOVIĆ<sup>1</sup>, Svetlana TURUDIJA ŽIVANOVIĆ<sup>4</sup>, Savo VUČKOVIĆ<sup>1</sup>  
i Gordana ŠURLAN MOMIROVIĆ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet, Beograd-Zemun

<sup>2</sup>Institut za kukuruz "Zemun Polje", Beograd-Zemun

<sup>3</sup>Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

<sup>4</sup>Institut za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić", Beograd

**Izvod:** Proučavanjem je obuhvaćena originalna populacija kukuruza sa 25% egzotične germplazme (1601/5 x ZPL913)F<sub>2</sub>R<sub>0</sub> i populacije nakon tri (1601/5 x ZPL913) F<sub>2</sub>R<sub>3</sub> i pet (1601/5 x ZPL913)F<sub>2</sub>R<sub>5</sub> ciklusa rekombinovanja gena. Ogljed sa S<sub>1</sub> potomstvom je postavljen po metodu nested dizajna u dva ponavljanja na dve lokacije u toku dve godine (2005 i 2006). Prosečne vrednosti za sva ispitivana svojstva osim sadržaja vlage pri berbi su se povećavale sa brojem ciklusa rekombinacija. Različiti agroekološki uslovi, genotipovi, interakcija familija x lokacija 1 i familija x lokacija 2 uticali su značajno na varijabilnost svih ispitivanih svojstava za populacije. Genetičke i fenotipske varijanse za sva ispitivana svojstva osim mase 1000 zrna su se smanjivale pod uticajem broja ciklusa rekombinacija. Značajno smanjenje nije bilo samo za dužinu klipa, što je posebno značajno za praktično oplemenjivanje. Genetičke varijanse su dovoljno visoke da omoguće uspešno oplemenjivanje. Slično se dešavalo i sa koeficijentima heritabilnosti.

**Ključne reči:** Egzotična germplazma, heritabilnost kukuruz, rekombinacije, svojstva, varijabilnost.

### Uvod

U dugoročnim programima oplemenjivanja izuzetna pažnja se posvećuje kreiranju i načinu korišćenja početnog materijala kao izvora za dobijanje samooplodnih linija kukuruza, *Lamkey* i *Hallauer*, 1987. U svakom programu

oplemenjivanja početni materijal je određivao i krajnji cilj, *Mišević*, 1982, i uspeh primenjenih metoda selekcije kukuruza, *Živanović i sar.*, 2007. Dalje povećanje prinosa zrna moguće samo pod uslovom neprekidnog poboljšanja početnih populacija, *Živanović i sar.*, 2007, i povećanja frekvencije poželjnih gena, *Živanović i sar.*, 2007, uz održavanje genetičke varijabilnosti u izvornim populacijama, *Hallauer i Miranda*, 1988.

Napredak pod dejstvom selekcije je direktno je proporcionalan genetičkoj varijansi populacije, a kreiranje početnog selekcionog materijala je ključni moment u oplemenjivanju kukuruza, *Živanović i sar.*, 2007. U cilju povećanja varijabilnosti i genetičkog potencijala početnih populacija, *Ivanović i Rosić*, 1986, su predložili nekoliko ciklusa rekombinacija. Imajući u vidu i različite efekte gena i interalelu interakciju (vezanost, koepistaza, izoepistaza, inhibicija, komplementarnost i drugo) mogu se dobiti genotipske transgresije, *Živanović i sar.*, 2007.

U programe oplemenjivanja treba uvoditi nove izvore genetičke varijabilnosti uz kombinovanje sa adaptiranim materijalom, a egzotična germplazma je posebno važna. Unošenje nove germplazme može da popravi svojstva i poveća potencijal populacije kroz povećanje frekvencije poželjnih alela, *Živanović*, 1993, i povećanje genetičke varijabilnosti, *Živanović*, 1997. Korišćenje izvora egzotične plazme (populacije i samooplodne linije) se ostvaruje direktno i inkorporacijom egzotične plazme u adaptirani materijal. Većina istraživača zastupa stav da je 25% (ili manje) dovoljna zastupljenost egzotičnih izvora u adaptiranom selekcionom materijalu, *Ivanović i Rosić*, 1986. Procesom oplemenjivanja se moraju rešavati problemi kao što su: niska adaptivna vrednost egzotičnih izvora, *Hallauer i Miranda*, 1988, vezanosti gena, *Lamkey i sar.*, 1994, optimalni odnos egzotične i adaptirane germplazme, *Ivanović i Rosić*, 1986, broja dodatnih rekombinacija, *Živanović i sar.*, 2007, raskidanja blokova vezanih poželjnih i nepoželjnih gena, *Živanović*, 1997, izbora poželjnih gena, (transgresivne rekombinacije) i epistatičnog dejstva, *Živanović i sar.*, 2007, smanjenja kombinacionih sposobnosti *Sečanski i sar.*, 2007.

Cilj rada je bio da prouči genetičku i fenotipsku varijabilnost i heritabilnost komponenata prinosa populacije kukuruza sa egzotičnom germplazmom posle tri, odnosno pet ciklusa rekombinacija.

## Materijal i metode

U ovom radu proučavana je sintetička populacija kukuruza sa 25% egzotične germplazme uske genetičke osnove. Samooplodna linija ZPL913 ima u sebi egzotičnu i adaptiranu germplazmu u jednakom odnosu, a linija 1601/5 je adaptirana na uslove Srbije. U cilju ispitivanja genetičke varijabilnosti praćene su promene komponenti prinosa: dužina klipa (cm), broj redova zrna na klip, masa 1000 zrna (g) i sadržaj vlage u berbi (%) početne populacije (Sin(1601/5 x ZPL913)F<sub>2</sub>R<sub>0</sub> - R<sub>0</sub>) i populacija nastalih posle tri (Sin(1601/5 x ZPL913)F<sub>2</sub>R<sub>3</sub> - R<sub>3</sub>), odnosno pet godina genskih rekombinacija (Sin(1601/5 x ZPL913)F<sub>2</sub>R<sub>5</sub> - R<sub>5</sub>) preko samooplodnje 120 do 140 biljaka kukuruza iz R<sub>0</sub>, R<sub>3</sub> i R<sub>5</sub> populacija. Za setvu je

odabrano po 96 familija iz svake populacije (ukupno 288 familija) raspoređenih u četiri seta od po 24 genotipa za R<sub>0</sub>, R<sub>3</sub> i R<sub>5</sub>. Ogled je zasejan po metodu nested dizajna, **Cochran** i **Cox**, 1957, u dva ponavljanja po 16 biljaka u dve lokacije (Zemun Polje i Velika Plana) tokom dve godine (2005. i 2006). Gustina setve iznosila je 57.000 biljaka po hektaru.

Na bazi srednjih vrednosti i analize varijanse izračunati su genetička i fenotipska varijansa ( $\sigma_g^2$ ;  $\sigma_f^2$ ), standardne greške ( $SE_{\sigma_g^2}$ ;  $SE_{\sigma_f^2}$ ) i koeficijenti varijacija ( $CV_g$ ;  $CV_f$ ) prema **Falconeru**, 1989. Poređenje genetičkih i fenotipskih varijansi između različitih ogleda urađeno je primenom testa po Hartliju, **Hartley**, 1955. Heritabilnost u širem smislu ( $h^2$ ) je izračunata prema **Borojeviću**, 1992, a standardna greška heritabilnosti ( $SEh^2$ ) prema **Hadživukoviću**, 1973. Donja i gornja granica heritabilnosti utvrđena je po metodi **Knapp i sar.**, 1985.

### Rezultati i diskusija

Dodatni ciklusi rekombinacija su uticali na povećanje srednjih vrednosti svih svojstava, osim sadržaja vlage zrna u berbi. Povećanje srednjih vrednosti je bilo statistički veoma značajno posle trećeg i posle petog ciklusa rekombinacija gena, osim za masu 1000 zrna i broj redova zrna. Značajnije povećanje prosečnih vrednosti je bilo posle trećeg ciklusa nego posle petog ciklusa (Tabela 1).

Tabela 1. Srednje vrednosti, standardne greške i značajnost razlika ispitivanih svojstava populacija kukuruza  
Means, Standard errors and Significance of Differences of Studied Traits in Maize Populations

Svojstva Traits	Populacije Populations			Značajne razlike ( $\Delta_X$ ) Significant differences		
	R <sub>0</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>0</sub> : R <sub>3</sub>	R <sub>0</sub> : R <sub>3</sub>	R <sub>0</sub> : R <sub>3</sub>
Sadržaj vlage (%) Moisture content (%)	32,46±0,29	27,30±0,22	27,85±0,21	**	**	ns
Masa 1000 zrna (g) 1000-kernel weight (g)	234,97±1,56	241,16±1,92	236,08±1,37	ns	ns	ns
Dužina klipa (cm) Ear length (cm)	12,17±0,08	12,88±0,08	13,15±0,23	ns	**	**
Broj redova zrna Kernel row number	15,72±0,09	16,01±0,07	15,68±0,06	ns	*	ns

( $\Delta_X$ ) Statistička značajnost razlike srednjih vrednosti; P<0,05 = \*; P<0,01=\*\*; P>0,05 = ns; -  
( $\Delta_X$ ) Statistical significance of differences of means; P<0.05 = \*; P<0.01=\*\*; P>0.05 = ns;

Različiti agroekološki uslovi i genetička osnova, kao i interakcija ovih faktora su značajno uticali na varijabilnost svojstava ispitivanih genotipova što potvrđuje visoka signifikantnost sredina kvadrata iz analize varijanse (Tabela 2). Sredine kvadrata za familije u okviru setova za ispitivana svojstva populacija su nekoliko puta veće od interakcije familija x lokacija u okviru seta, što predstavlja

Tabela 2. Sredine kvadrata (MS) ANOVA svojstava populacija kukuruza  
Mean Squares (MS) ANOVA of Traits of Maize Populations

Izvori variranja Sources of variation	df	MS	Populacije Populations	Dužina klipa Ear length	Br. redova Row number	Masa 1000 zrna 1000-k weight	Vlaga Moisture
Lokacije (L) Locations (L)	2	MS <sub>1</sub>	R <sub>0</sub>	470,74**	624,00**	331783,25**	6110,62**
			R <sub>3</sub>	433,78**	439,29**	508729,16**	3252,36**
			R <sub>5</sub>	294,44**	477,06**	482513,69**	2798,30**
Setovi (S) Sets (S)	3	MS <sub>2</sub>	R <sub>0</sub>	31,98 ns	31,93*	4083,51 ns	260,60 ns
			R <sub>3</sub>	26,49 ns	11,01 ns	3006,37 ns	46,82*
			R <sub>5</sub>	4,28 ns	3,02 ns	1016,86 ns	51,28 ns
L * S	6	MS <sub>3</sub>	R <sub>0</sub>	15,60**	8,30**	1905,91*	126,71**
			R <sub>3</sub>	9,08**	6,86**	1543,35*	33,68*
			R <sub>5</sub>	35,29*	8,04**	2152,61**	114,72**
Ponav./S/L Repl./S/L	12	MS <sub>4</sub>	R <sub>0</sub>	1,23**	0,73	69,76 ns	0,78 ns
			R <sub>3</sub>	0,22 ns	0,74 ns	194,33 ns	0,42 ns
			R <sub>5</sub>	16,23 ns	2,97**	54,33 ns	0,30 ns
Familije(F)/S Families(F)/S	92	MS <sub>5</sub>	R <sub>0</sub>	8,49**	15,34**	1925,77**	130,07**
			R <sub>3</sub>	7,56**	7,53**	2685,89**	68,91**
			R <sub>5</sub>	22,83 ns	7,72**	1977,10**	60,94**
F*L/S	184	MS <sub>6</sub>	R <sub>0</sub>	2,02**	2,57	707,24**	24,30**
			R <sub>3</sub>	1,88**	1,53**	555,41**	14,66**
			R <sub>5</sub>	16,47 ns	1,27**	545,61**	13,72**
Greška Error	276	MS <sub>7</sub>	R <sub>0</sub>	0,48	0,52	88,05	0,58
			R <sub>3</sub>	0,53	0,54	112,72	0,39
			R <sub>5</sub>	16,00	0,47	80,71	0,36

P&lt;0,05 = \*; P&lt;0,01 = \*\*; P&gt;0,05 = ns;

dobar preduslov za ocenu genetičke varijabilnosti i heritabilnosti svojstava ovih populacija (Tabela 2).

Procene vrednosti genetičke i fenotipske varijanse za ispitivana svojstva populacija mogu se smatrati pouzdanim i značajnim, jer su najmanje dva puta veće od odgovarajućih vrednosti standardne greške, *Falconer*, 1989. Sa povećanjem broja rekombinacija genetička varijansa je opadala za sva ispitivana svojstva osim za masu 1000 zrna, gde se značajno povećala posle trećeg ciklusa rekombinacija (Tabela 3). To smanjenje nije bilo statistički značajno samo za dužinu klipa, a za druga dva svojstva je bilo značajnosti. Genetička varijabilnost u toku pet ciklusa rekombinacija za većinu svojstava je opadala, a fenotipska varijabilnost za dužinu klipa i masu 1000 zrna se povećavala (Tabela 3). Takve vrednosti ovog parametra ukazuju da se sa povećanjem broja ciklusa rekombinacija učešće u ukupnom variranju povećava ekološka varijansa, što je sa stanovišta praktične selekcije nepoželjna pojava. Fenotipski koeficijenti variranja ( $CV_f$ ) su u svim slučajevima veći od odgovarajućih genetičkih koeficijenata ( $CV_g$ ), što je i logično obzirom da fenotipska varijansa uključuje u sebe i genetičku varijansu (Tabela 3). Ovi parametri sa povećanjem broja

Tabela 3. Komponente varijanse, heritabilnost i koeficijenti varijacije komponenti prinosa populacija kukuruza  
Components of Variance, Heritability and Coefficients of Variation for Yield Components of Maize Populations

Parametri Parameters	Populacije Populations	Dužina klipa Ear length	Br. Redova Row number	Masa 1000 zrna 1000-k weight	Vlaga Moisture
$\sigma_g^2$	R <sub>0</sub>	1,07±0,20	2,12±0,37	203,08±48,38	17,62±3,19
	R <sub>3</sub>	0,94±0,18	1,00±0,18	355,07±65,07	9,04±1,69
	R <sub>5</sub>	1,06±0,62	1,07±0,18	238,58±48,98	7,86±1,50
$\sigma_f^2$	R <sub>0</sub>	1,41±0,21	2,55±0,37	320,96±49,93	21,67±3,21
	R <sub>3</sub>	1,26±0,19	1,25±0,18	447,64±66,73	11,48±1,71
	R <sub>5</sub>	3,80±0,75	1,28±0,19	329,5±49,90	10,15±1,51
CV <sub>gf</sub> (%)	R <sub>0</sub>	8,53/9,76	9,55/10,47	6,06/7,62	12,19/13,52
	R <sub>3</sub>	7,55/8,71	6,24/6,99	7,81/8,77	9,61/9,00
	R <sub>5</sub>	7,82/14,82	6,60/7,23	6,54/7,68	8,85/10,93/
h <sup>2</sup> (%)	R <sub>0</sub>	76,26±0,14	83,22±0,14	63,27±0,15	81,32±0,14
	R <sub>3</sub>	75,16±0,14	79,66±0,14	79,32±0,14	78,72±0,14
	R <sub>5</sub>	27,85±0,16	83,56±0,14	72,40±0,14	77,47±0,14
LLh <sup>2</sup> /ULh <sup>2</sup>	R <sub>0</sub>	67,30/82,51	76,98/87,68	49,53/73,00	74,33/86,26
	R <sub>3</sub>	65,83/81,72	72,08/85,06	71,58/84,79	70,76/84,36
	R <sub>5</sub>	0,87/46,97	77,39/87,90	62,08/79,71	69,06/90,20
$\Delta\sigma_g$	(R <sub>0</sub> :R <sub>3</sub> )	ns	**	**	**
	(R <sub>0</sub> :R <sub>5</sub> )	ns	**	ns	**
	(R <sub>3</sub> :R <sub>5</sub> )	ns	ns	**	ns
$\Delta\sigma_f$	(R <sub>0</sub> :R <sub>3</sub> )	ns	**	*	**
	(R <sub>0</sub> :R <sub>5</sub> )	**	**	ns	**
	(R <sub>3</sub> :R <sub>5</sub> )	**	ns	*	ns

P<0,05 = \*; P<0,01 = \*\*; P>0,05 = ns; LLh<sup>2</sup> - donja granica heritabilnosti; ULh<sup>2</sup> - gornja granica heritabilnosti;  $\Delta\sigma_g$ ,  $\Delta\sigma_f$  je statistička značajnost razlika za genetičke, odnosno fenotipske varijanse.

P<0.05 = \*; P<0.01 = \*\*; P>0.05 = ns; LLh<sup>2</sup> - lower limit of heritability; ULh<sup>2</sup> - upper limit of heritability;  $\Delta\sigma_g$ ,  $\Delta\sigma_f$  are statistical significances of differences for genetic and phenotypic variances, respectively.

rekombinacija se menjaju slično kao i odgovarajuće genetičke i fenotipske varijanse. To znači da niži genetički i fenotipski koeficijenti varijacije znače i smanjenje varijabilnosti, što je posledica delovanja selekcije. Sa promenom genetičke kompozicije populacija kroz izrazitije povećanje ekološke varijanse u ukupnom variranju, što se naročito odnosi na dužinu klipa, što potvrđuje značajna razlika genetičke i fenotipske varijanse između ispitivanih populacija za ova svojstva dolazi do smanjenja koeficijenta heritabilnosti u širem smislu. Veći koeficijenti genetičke varijabilnosti se mogu objasniti širom genetičkom osnovom jedne populacije u odnosu na drugu, **Trifunović**, 1994. Šira genetička osnova može se postići uticajem egzotične germplazme, **Živanović i sar.**, 2007.

Vrednosti genetičke varijabilnosti i heritabilnost svojstava populacija služe kao osnova za određivanje najboljeg metoda i uspeh u oplemenjivanju, **Živanović i sar.**, 2009. **Covarrubias-Prieto i sar.**, 1989, ukazuju da dodatni ciklusi smanjuju prosečne vrednosti za dužinu klipa i broj redova zrna. **Živanović**, 1997, promene objašnjava kao posledicu rekombinovanja blokova gena sa fiksiranim epistatičnim efektom. Odstupanja ovih rezultata se mogu objasniti: razlikama u početnom materijalu (egzotična germplazma), u nesrodnosti roditeljskih linija, broju rekombinacija gena i najverovatnije odsustvu poželjnih blokova lokusa sa fiksiranim epistatičnim efektom, koji bi u daljem selekcionom radu trebalo stvoriti i fiksirati za većinu poželjnih svojstava, **Živanović**, 1997.

Povećanje prosečnih vrednosti rekombinovanih populacija verovatno je posledica povećanja frekvencije poželjnih gena, a signifikantne vrednosti interakcije genotip x spoljna sredina govori o ograničenom uspehu delovanja primenjenih metoda oplemenjivanja, **Živanović i sar.**, 2007.

Heritabilnost se samo povećavala sa brojem rekombinacija gena kod mase 1000 zrna, a kod svih ostalih svojstava je opadala (Tabela 3). Najveće vrednosti heritabilnosti za ova svojstva su procenjene kod broja redova zrna i sadržaja vlage pri berbi. Procenjene vrednosti za heritabilnost kod svih svojstava su visoke. Vrednosti heritabilnosti koje su dobijene su manje ili više u saglasnosti sa vrednostima koje su dobili navedeni autori. Vrednosti heritabilnosti ispitivanih svojstava kod većine autora varira od 30 do 90% u zavisnosti od selekcionog materijala, uslova gajenja, primenjenog metoda selekcije, specifičnosti genetičkog materijala, različite reakcije na uslove gajenja, tipa eksperimenta, kao i od načina procene određenih parametara, te direktna poređenja navedenih parametara sa drugim istraživanjima nisu moguća. Na osnovu ovih rezultata heritabilnosti može se zaključiti da su sva ova svojstva u najvećoj meri determinisana aditivnim delovanjem gena, **Trifunović**, 1994, **Živanović i sar.**, 2007, jer je genetička varijabilnost uslovljena tri puta većom vrednošću aditivne nego dominantne varijanse kod  $S_1$  potomstva ( $\sigma_A^2 + 1/4\sigma_D^2$ ), **Nawar**, 1986. Pozitivne vrednosti za donju granicu heritabilnosti (90% intervala poverenja) po **Knappu** i **Bridgesu**, 1987, ukazuju da su procenjene vrednosti heritabilnosti za sva svojstva ispitivanih populacija pouzdane jer su različite od nule (Tabela 3).

Populacije sa visokom genetičkom varijabilnošću mogu činiti dobar početni materijal za dugoročne programe oplemenjivanja, te treba dati prednost nižem intenzitetu selekcije (20-30%), **Hallauer**, 1989.

### Zaključak

Prosečne vrednosti svojstava značajno su se povećavale sa povećanjem broja ciklusa rekombinacija gena. Na ekspresiju ispitivanih svojstava značajan uticaj imaju lokacije, familije i interakcije ovih faktora. Signifikantne interakcije genotipova sa spoljnom sredinom i prisutna značajnost između familija za ispitivana svojstva govori o ograničenom uspehu delovanja primenjenih metoda oplemenjivanja u postepenoj promeni frekvencije gena poželjnih svojstava u okviru

populacije pri pokušaju da sačuva postojeća varijabilnost. Za sva ispitivana svojstva su utvrđene značajne vrednosti genetičkih i fenotipskih varijansi, što je rezultat genetičke konstitucije populacija (25% egzotične germplazme). Visoka genetička varijansa, a verovatno i aditivna, su uticale na visoke vrednosti heritabilnosti svojstava proučavanih populacija, te je i genotip značajan izvor ukupne varijabilnosti ovih populacija. Populacije imaju zadovoljavajuće vrednosti genetičke varijanse svih svojstava, koje omogućuju kontinuirano povećanje frekvencije poželjnih gena i mogu biti dobar početni selekcionni materijal za uspešne programe dugoročnog oplemenjivanja kukuruza. Promene u visini heritabilnosti prinosa i drugih svojstava su dobar pokazatelj da je došlo do promene frekvencije gena poželjnih svojstava, odnosno da su u nekim lokusima fiksirani poželjni geni, manje ili više smanjenje genetičke varijanse i povećanje učesća ekološke varijanse, što je sa stanovišta praktične selekcije nepoželjna pojava. Ova proučavanja mogu pomoći oplemenjivačima kukuruza da na osnovu promena vrednosti genetičkih i selekcionnih parametara izvrše izbor najoptimalnijeg broja dodatnih rekombinacija gena i steknu iskustva u korišćenju sličnih populacija kukuruza.

### Literatura

- Borojević, S.** (1992): Principi i metode oplemenjivanja bilja, izd. Naučna knjiga, Beograd.
- Cochram, W.G.** and **G.M. Cox** (1957): *Experimental Designs*, ed. John Wiley & Sons, Inc. Canada.
- Covarrubias-Prieto, J.A.R. Hallauer** and **K.R. Lamkey** (1989): Intermating F<sub>2</sub> populations of maize. *Genetika* **21** (2): 111-116.
- Falconer, D.S.** (1989): *Introduction to quantitative genetics*, third ed. Longman Sci. Tech. England.
- Hadživuković, S.** (1973): *Statistički metodi s primenom u poljoprivrednim i biološkim istraživanjima*, izd. Radnički univerzitet "R. Čirpanov", Novi Sad.
- Hallauer, A.R.** (1989): Fifty years of recurrent selection in corn. 25<sup>th</sup> Silver Anniversary Illinois Corn Breeders School, 39-45.
- Hallauer, A.R.** and **J.B. Miranda** (1988): *Quantitative Genetics in Maize Breeding*, second edition, the Iowa St. University Press, Ames, Iowa, USA.
- Hartley, H.O.** (1955): Some recent developments in analysis of variance. *Comm. Pure Appl. Math.* **8**: 47-53.
- Ivanović, M.** i **K. Rosić** (1986): Značaj egzotične plazme u oplemenjivanju kukuruza. *Zb. rad. Naučnog skupa "Genetika i oplemenjivanje kukuruza - dostignuća i nove mogućnosti"*, 11-12. decembar 1986, Beograd, Jugoslavija, str. 107-204.
- Knapp, S.J., W.W. Stroup** and **W.M. Ross** (1985): Exact confidence intervals for heritability on a progeny mean basis. *Crop Sci.* **25**: 192-198.

- Knapp, S.J.** and **W.C. Bridges** (1987): Confidence interval estimators for heritability for several mating and experiment designs. *Theor. Appl. Genet.* **73** (5): 759-764.
- Lamkey, K.R.** and **A.R. Hallauer** (1987): Heritability estimated from recurrent selection experiments in maize. *Maydica* **32**: 61-66.
- Lamkey, K.R., B.J. Schnicker** and **T.L. Gocken** (1994): Choice of source populations for inbred line improvement. Book of Proceeding of the 48<sup>th</sup> Annual Corn & Sorghum Research Conference, December 9-10, 1993, IL, USA.
- Mišević, D.** (1982): Genetička varijabilnost i selekциони indeksi za prinos zrna, sadržaj ulja i proteina i težinu zrna u sintetičkim populacijama kukuruza. *Arh. poljopr. nauke* **42** (149):71-77.
- Nawar, A.A.** (1986): Genetic variance in a synthetic variety of maize (*Zea mays* L.). *Egypt. J. Genet. Cytol.* **15** (1): 1-8.
- Sečanski, M., T. Živanović** i **S. Vasiljević** (2007): Nasleđivanje osobina hibrida silažnog kukuruza. *Zb. rad. Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad*, **44** (1): 193-207.
- Trifunović, B.V.** (1994): Naslednost višekliposti i genetička dobit od fenotipske rekurentne selekcije u ZPSynP1 populaciji kukuruza (*Zea mays* L.). Doktorska disertacija, Biološki Fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd.
- Živanović, T.** (1993): Uticaj rekurentne selekcije na kombinacione sposobnosti osobina ZPSinS<sub>4</sub> populacije kukuruza. Magistarski rad, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd-Zemun.
- Živanović, T.** (1997): Uticaj rekombinacija na varijabilnost kvantitativnih osobina ZPSinEP populacije kukuruza (*Zea mays* L.). Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd-Zemun.
- Živanović, T., R. Đorđević, S. Dražić, M. Sečanski** and **M. Kostić** (2007): Effects of recombinations on variability and heritability of traits in maize populations with exotic germplasm. *Biotechnology and Biotechnology Equipment* **21** (2): 229-235.
- Živanović, T., S Radanović, M. Sečanski, G. Šurlan-Momirović, S. Vasiljević, S. Prodanović** i **R. Đorđević** (2009): Varijabilnost i heritabilnost prinosa i komponenti prinosa kukuruza. *Arh. poljopr. nauke* **70** (2): 59-70.

Primljeno: 06.09.2010.

Odobreno: 13.10.2010.

\* \*  
\*

## **Variability and Heritability of Yield Components in Maize Populations with Exotic Germplasm**

- Original scientific paper -

Tomislav ŽIVANOVIĆ<sup>1</sup>, Mile SEČANSKI<sup>2</sup>, Sanja VASILJEVIĆ<sup>3</sup>,  
Slaven PRODANOVIĆ<sup>1</sup>, Svetlana TURUDIJA ŽIVANOVIĆ<sup>4</sup>, Savo VUČKOVIĆ<sup>1</sup>  
and Gordana ŠURLAN MOMIROVIĆ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Agriculture, Belgrade-Zemun

<sup>2</sup>Maize Research Institute, Zemun Polje, Belgrade-Zemun

<sup>3</sup>Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad

<sup>4</sup>Institute for Medicinal Plant Research "Dr Josif Pančić", Belgrade

### **S u m m a r y**

The investigations included mean values, genetic and phenotypic variability, heritability and genetic and phenotypic coefficients, variability of yield components in the original maize population with 25% of the exotic germplasm incorporated and also, in the population after three and five cycles of gene recombining. The two-replicate trial was set up according to the nested design method in two locations in order to investigate effects of different cycles of gene recombination. According to the obtained results, it was concluded that the mean values had increased more significantly to the third than from the third to the fifth cycle of free hybridisation. The additional gene recombination affected the insignificant decrease of the genetic and phenotypic variability of traits. Estimated values of heritability were high and significant for yield, which indicated that they were mostly determined by the additive variance. The additional cycles of gene recombination caused the decrease of heritability and the coefficient of genetic and phenotypic variability. Greater mean values of yield components after the third and the fifth gene recombination cycles, relating to the original population, indicate to a positive effect of the additional recombination cycles on the increase of a gene frequency in case of desirable traits, and the frequency of the more yielding genotypes.

Received: 06/09/2010

Accepted: 13/10/2010

*Adresa autora:*

Tomislav ŽIVANOVIĆ

Poljoprivredni fakultet

Nemanjina 6

11080 Beograd-Zemun

Srbija

E-mail: tomlav@agrif.bg.ac.rs