

UDK: 633.15+539.219.1:630.26

Originalni naučni rad

ZNAČAJ KOMBINACIONIH SPOSOBNOSTI I HETEROZISA ZA PRINOS ZRNA KUKURUZA

*T. Živanović, S. Radanović, G. Todorović, M. Sečanski, S. Vasiljević,
R. Đorđević**

Izvod: Cilj ovog istraživanja je bio da se za prinos zrna kukuruza procene: varijabilnost inbred linija i njihovih dialelnih hibrida, heterozis u odnosu na boljeg roditelja i opste i posebne kombinacione sposobnosti. Na osnovu dobijenih rezultata dvogodisnjeg istraživanja može se zaključiti da na varijabilnost ove osobine značajno utiču genotip, godina i njihova interakcija. Kao posledica fenomena heterozisa i depresije usled inbridinga, hibridi su u odnosu na linije u obe godine imali značajno veće srednje vrijednosti za prinos. Ispitivani genotipovi su specifično reagovali na uslove proizvodnje za prinos. Najveći prosečan prinos zrna imao je hibrid F-7R x NS-1445 u 2005. i njegova recipročna verzija u 2006. godini. Ustanovljene su značajne vrednosti OKS i PKS kod prinosa zrna. Odnos između OKS i PKS, pokazuje da dominantno delovanje gena ima preovlađujuću ulogu u nasleđivanju prinosa zrna. Najbolju OKS za prinos zrna pokazala je linija NS-1445. Najveću vrednost PKS za prinos zrna pokazao je hibrid NS-1445 x BL-47 u obe godine. To je dokaz da pojedine hibridne kombinacije koje uključuju jednog roditelja sa dobrim OKS i drugog roditelja sa lošim OKS, mogu imati izuzetno vredne performanse. Ovo je verovatno posledica delovanja aditivnog tipa (aditivni x aditivni) interakcije među roditeljima. Ustanovljeno je da recipročno ukrštanje utiče na efekat PKS za prinos zrna, jer osim nuklearnih gena i plazma geni imaju važnu ulogu u nasleđivanju prinosa kukuruza. Najveću razliku u vrijednosti PKS za prinos zrna između direktnog i recipročnog ukrštanja ispoljio je hibrid F-7R x BL-47 u obe godine proučavanja. Pri tome su značajno veći prinosi ostvareni korišćenjem linije F-7R na poziciji majke umjesto oca.

Ključne reči: prinos zrna kukuruza, heterozis, kombinacione sposobnosti.

* Dr Tomislav Živanović, vanredni profesor, Poljoprivredni fakultet, Zemun-Beograd; mr Slavko Radanović, Poljoprivredni institut, Banja Luka; dr Goran Todorović, IPLB „Josif Pančić“, Beograd; mr Mile Sečanski, Institut za kukuruz, Zemun Polje; dr Sanja Vasiljević, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad; dr Radiša Đorđević, Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka.

Uvod

Pravilna ocena kombinacionih sposobnosti genotipova može se izvršiti na osnovu međusobnog ukrštanja. Heterozis kao hibridna bujnost F_1 generacije u odnosu na roditelje se maksimalno koristi u prizvodnji kukuruza. Medutim, pojava heterozisa nije tako česta, a još je ređi slučaj da je potomstvo u svim osobinama bolje od boljeg roditelja. Iz tih razloga se moraju poznavati kombinacione sposobnosti roditelja pre nego što se pristupa njihovom ukrštanju u cilju stvaranja visoko prinostnih hibrida. Prvu interpretaciju OKS i PKS dali su Sprague i Tatum (1942) po kojima se OKS upotrebljava da bi se označila prosečna performansa linije u hibridnim kombinacijama, a PKS se upotrebljava da bi se označili oni slučajevi u kojima su izvesne kombinacije bolje ili lošije od očekivanog na osnovu prosečnih performansi linija uključenih u te kombinacije. Griffing (1956, 1956a), Sprague and Tatum (1942), Falconer (1989) i Borojević (1981), su utvrdili da je OKS rezultat aditivne genetičke varijanse, a PKS neaditivne tj. dominacije i epistaze.

Najpouzdaniji način za ispitivanje kombinacionih sposobnosti jeste dialelno ukrštanje. Postoji više načina procene kombinacionih sposobnosti iz dialelnog ukrštanja: procena po metodu Hayman-a (1954) koju je modifikovao Jones (1965) i analiza po Griffing-u (1956). Procena OKS i PKS putem dialelnog ukrštanja po Griffing-u (1956), obuhvata četiri eksperimentalna metoda i dva matematička modela ove analize. Pomoću metoda po Griffing-u (1956) se ističe važnost OKS i PKS linija i ukazuje na aditivno i dominantno delovanje gena.

Živanović i sar. (2005), Sečanski i sar. (2008 i 2009) su ustanovili da se visoke pozitivne vrednosti za PKS često dobijaju ukrštanjem jednog roditelja sa dobrim OKS i drugog roditelja sa lošim OKS, kao i roditelja sa lošim OKS. Do sličnih rezultata su došli Pajić (1984), Babić (1993), Todorović (1995), koji ističu da isto tako i kombinacije roditelja sa lošim OKS mogu dati pozitivne i visoke vrednosti PKS. Borojević (1981) je ustanovio da se od roditelja sa dobrom OKS mogu dobiti pespektivne linije u kasnijim generacijama i da su dobre kombinacione sposobnosti u više slučajeva povezane sa pojavom heterozisa.

Analizom kombinacionih sposobnosti heterogenog i heterozigotnog genetičkog materijala (populacije i sorte) utvrđen je veći značaj OKS odnosno aditivnog delovanja gena za nasleđivanje prinosa zrna i njegovih komponenti. To potvrđuju rezultati istraživanja Vančetovićeve (1992) i Delić-a (1993).

Pajić (1984), Babić (1993) i Todorović (1995) su ispitivali kombinacione sposobnosti prinosa zrna kod inbred linija kukuruza i njihove dialelne serije F_1 hibrida. Utvrđene su veoma značajne vrednosti OKS i PKS. Neaditivno delovanje gena je imalo preovlađujuću ulogu u nasleđivanju prinosa zrna jer je ustanovljen veći efekat delovanja dominantnih gena ($OKS/PKS < 1$).

U ovom radu polazi se od pretpostavke da kod ispitivanih inbred linija kukuruza postoje razlike u pogledu opšte i posebne kombinacione sposobnosti za prinos zrna.

Materijal i metod rada

Za proučavanja u ovom radu uključeno je pet inbred linija (ZPL-11/6 i NS-1445 (Srbija), F-7R i W-37A (SAD), BL-47 (Republika Srpska) i njihovi hibridi kukuruza dobijeni na bazi dialelnih ukrštanja u tipu zubana, standardnog kvaliteta zrna. Sve odabrane inbred linije po dužini vegetacije pripadaju srednje ranijim grupama zrenja (FAO 300-400). Usporedni poljski ogled linija i hibrida postavljen je po metodu slučajnog blok sistema u četiri ponavljanja 2005 i 2006. godine na oglednom polju Poljoprivrednog instituta Banja Luka. Svaki genotip je sejan u po jedan red po ponavljanju, pri čemu je dužina redova bila 6 m, razmak između redova 0,7 m, a rastojanje između biljaka u redu 0,24 m. Površina elementarne parcele je bila 4.2 m². Primjenjivana je standardna agrotehnika za kukuruz. Izračunati su sledeći biometrički pararnetri: srednje vrednosti, standardna devijacija, koeficijent varijacije i heterozis u odnosu na srednju vrednost boljeg roditelja. Analiza opštih kombinacionih sposobnosti (OKS) i posebnih kombinacionih sposobnosti (PKS), kao i efekta reciprociteta rađena je na osnovu osnovnog modela predloženog od strane Griffinga (1956) sa izvesnim modifikacijama u programu (Burow and Coors, 1994). Primenjen je matematički model I i metod 1 koji uključuje roditelje, F₁ generaciju i recipročna ukrštanja. Rezultati analize svih proučavanih svojstava obrađeni su za svaku godinu posebno, zbog mogućih uticaja godine na ispitivana svojstva.

Rezultati i diskusija

Analiza varijanse: Na varijabilnost prinosa zrna značajno utiču godina, genotip i interakcija ova dva faktora (tab. 1).

Tab. 1. ANOVA, sredine kvadrata (MS) prinosa kukuruza
ANOVA, mean squares (MS) of yield of maize

Izvori varijacija <i>Source of variation</i>					
	Ponavljanja <i>Replicates</i>	Godina <i>Year (Y)</i>	Genotip <i>Genotype (G)</i>	G x Y	Pogreška Error
df	3	1	24	24	147
Prinos zrna <i>Grain yield</i>	0,21	25,60**	52,13**	1,96**	0,54

*, ** - značajno na nivou 5%, odnosno 1%

*, ** - significant at the 5% and 1%

Srednje vrednosti: Analizom rezultata dvogodišnjih istraživanja, utvrđeno je da su hibridne kombinacije ostvarile značajno veće srednje vrednosti za prinos zrna (8,301-13,775 t/ha u 2005. godini, odnosno 8,158-12,569 t/ha u 2006. godini), u odnosu na roditeljske inbred linije (3,842-6,838 t/ha u 2005. godini, odnosno 4,141-6,002 t/ha u 2006. godini), što je normalna posledica ispoljavanja fenomena heterozisa samo u F₁ generaciji (tab. 2). Najveći prinos zrna u 2005. godini imala je linija ZPL-11/6 (6,838 t/ha), odnosno

hibrid F-7R x NS-1445 (13,775 t/ha). U 2006. godini najveći prinos zrna imala je linija NS-1445 (6,002 t/ha), odnosno hibrid NS-1445 x F-7R (12,569 t/ha). Najniži prinos zrna imala je linija BL-47, odnosno hibrid BL-47 x W-37A u obe godine ispitivanja (tab. 2). Variranje prinosa zrna, izraženo koeficijentom varijacije, kretalo se od 1,34% za hibrid BL-47 x F-7R do 15,61% za liniju W-37A u 2005. godini, odnosno od 1,85% za hibrid NS-1445 x F-7R do 13,25% za liniju F-7R u 2006. godini. Analizom pokazatelja varijabilnosti za prinos zrna, primećeno je da su inbred linije više varirale u odnosu na hibride (tabela 2).

Heterozis: Najveći broj hibrida ispoljio je visoko značajne ili značajne pozitivne vrednosti heterozisa za prinos zrna u obe godine izuzev kombinacija ZPL-11/6 x W-37A, W-37A x ZPL-11/6 i BL-47 x W-37A u 2005. godini. Hibridna kombinacija F-7R x NS-1445 ispoljila je najveći heterozis (135,87%) u 2005. godini, a kombinacija F-7R x BL-47 pokazala je najveću vrednost heterozisa (114,23%) u 2006. godini (tabela 3).

Tab. 2. Srednje vrednosti (\bar{x}), standardne devijacije (σ), koeficijenti varijacije (CV%) prinosa kukuruza
Mean values (\bar{x}), standard deviations (σ), coefficients of variation (CV%) of yield of maize

Genotip Genotype	Prinos zrna Grain yield					
	2005.			2006.		
	$\bar{X} \pm SE$	σ	CV(%)	$\bar{X} \pm SE$	σ	CV(%)
ZPL-11/6	6,84±0,48	0,96	14,11	5,93±0,37	0,73	12,34
F-7R	5,35±0,14	0,29	5,42	5,26±0,35	0,70	13,25
W-37A	5,15±0,40	0,80	15,61	5,92±0,35	0,70	11,86
NS-1445	5,16±0,26	0,52	10,19	6,00±0,14	0,29	4,78
BL-47	3,84±0,23	0,46	12,08	4,14±0,17	0,34	8,34
ZPL-11/6xF-7R	12,97±0,21	0,42	3,27	11,29±0,49	0,98	8,67
ZPL-11/6xW-37A	9,55±0,30	0,61	6,38	9,61±0,54	1,08	11,23
ZPL-11/6xNS-1445	12,33±0,31	0,63	5,11	10,92±0,55	1,10	10,10
ZPL-11/6xBL-47	11,36±0,51	1,03	9,05	10,43±0,58	1,16	11,08
F-7RxZPL-11/6	10,81±0,22	0,45	4,13	10,25±0,17	0,33	3,27
F-7RxW-37A	11,34±0,63	1,26	11,09	11,01±0,50	1,00	9,05
F-7RxNS-1445	13,78±0,21	0,42	3,05	12,44±0,27	0,53	4,28
F-7RxBL-47	12,62±0,40	0,81	6,41	11,27±0,17	0,33	2,94
W-37AxZPL-11/6	9,94±0,66	1,32	13,25	8,70±0,35	0,71	8,13
W-37AxF-7R	12,60±0,39	0,78	6,19	9,97±0,34	0,68	6,85
W-37AxNS-1445	10,28±0,56	1,12	10,87	11,27±0,68	1,36	12,07
W-37AxBL-47	8,91±0,37	0,75	8,39	8,52±0,18	0,36	4,28
NS-1445xZPL-11/6	12,50±0,42	0,85	6,81	10,42±0,17	0,33	3,15
NS-1445xF-7R	12,29±0,19	0,38	3,12	12,57±0,12	0,23	1,85
NS-1445xW-37A	11,58±0,62	1,24	10,75	10,73±0,44	0,87	8,13
NS-1445xBL-47	12,64±0,86	1,73	13,65	11,59±0,68	1,37	11,83
BL-47xZPL-11/6	10,41±0,51	1,01	9,73	8,71±0,14	0,27	3,16
BL-47xF-7R	10,99±0,07	0,15	1,34	8,61±0,17	0,35	4,06
BL-47xW-37A	8,30±0,46	0,93	11,18	8,16±0,29	0,58	7,14
BL-47xNS-1445	11,54±0,47	0,94	8,12	11,47±0,32	0,64	5,56

Najveće razlike u vrednosti heterozisa za prinos zrna između direktnog i recipročnog ukrštanja pokazala je kombinacija ZPL-11/6 x F-7R (31,54%) u 2005. godini, a kombinacija F-7R x BL-47 (50,67%) u 2006. godini, koja je iste godine ispoljila ujedno i najveću vrednost heterozisa (114,23%). Navedene razlike u vrednosti heterozisa između direktnog i recipročnog ukrštanja ukazuju da je važno koji roditelj će poslužiti kao majka, a koji kao otac, ne samo sa stanovišta proizvodnje semena, odnosno prinosa komponente majke, nego i sa stanovišta rodnošći hibrida odnosno biljaka F_1 generacije.

Kombinacione sposobnosti: Analiza varijanse kombinacionih sposobnosti pokazuje da između inbred linija postoje visoko značajne razlike u opštim (OKS) i posebnim kombinacionim sposobnostima (PKS) u F_1 generaciji u obe godine ispitivanja (tab. 4). Obzirom da se smatra da je OKS pokazatelj aditivne genetičke varijanse, a PKS neaditivne, odnosno dominacije i epistaze (Grifing 1956; Falconer, 1989) vidi se da je prinos zrna kukuruza uslovljen aditivnim i neaditivnom delovanjem gena, uz preovladavanje neaditivnog delovanja gena (dominacija i epistaza). To nam pokazuje i odnos OKS/PKS koji je u obe godine bio manji od jedinice (OKS/PKS=0,315 u 2005. godini, OKS/PKS=0,374 u 2006. godini, tabela 4).

Tab. 3. Heterozis za prinos zrna (%)
Heterosis for grain yield (%)

Genotipovi <i>Genotypes</i>	2005.			2006.		
	$\bar{X} \pm S E$	σ^2	Heterozis <i>Heterosis</i> (%)	$\bar{X} \pm S E$	σ^2	Heterozis <i>Heterosis</i> (%)
ZPL-11/6xF-7R	12,97±0,21	0,18	89,666**	11,29±0,49	0,96	90,27**
ZPL-11/6xW-37A	9,55±0,30	0,37	39,697	9,61±0,54	1,17	61,93*
ZPL-11/6xNS-1445	12,33±0,31	0,40	80,308**	10,92±0,55	1,21	81,91**
ZPL-11/6xBL-47	11,36±0,51	1,06	66,139*	10,43±0,58	1,35	75,77*
F-7RxZPL-11/6	10,81±0,22	0,20	58,120**	10,25±0,17	0,11	72,79**
F-7RxW-37A	11,34±0,63	1,59	111,94**	11,01±0,50	1,00	86,05**
F-7RxNS-1445	13,77±0,21	0,18	157,38**	12,44±0,27	0,28	107,23**
F-7RxBL-47	12,62±0,40	0,66	135,87**	11,27±0,17	0,11	114,23**
W-37AxZPL-11/6	9,94±0,66	1,74	45,36	8,70±0,35	0,50	46,73*
W-37AxF-7R	12,60±0,39	0,61	135,35**	9,97±0,34	0,46	68,54**
W-37AxNS-1445	10,28±0,56	1,25	99,42**	11,27±0,68	1,85	87,74**
W-37AxBL-47	8,91±0,37	0,56	72,96*	8,52±0,18	0,13	44,00*
NS-1445xZPL-11/6	12,50±0,42	0,72	82,83**	10,42±0,17	0,11	73,67**
NS-1445xF-7R	12,29±0,19	0,14	129,56**	12,57±0,12	0,05	109,41**
NS-1445xW-37A	11,58±0,62	1,54	124,51**	10,73±0,44	0,76	78,81**
NS-1445xBL-47	12,64±0,86	2,99	145,21**	11,59±0,68	1,88	93,09**
BL-47xZPL-11/6	10,41±0,51	1,02	52,32*	8,71±0,14	0,07	46,91*
BL-47xF-7R	10,99±0,07	0,02	105,34**	8,61±0,17	0,12	63,56**
BL-47xW-37A	8,30±0,46	0,86	61,12	8,16±0,29	0,34	37,90*
BL-47xNS-1445	11,54±0,47	0,88	123,87**	11,47±0,32	0,41	91,17**

*,** - značajno na nivou od 5%, odnosno 1%

*,** - significant at the 5% and 1%

Znatno veća vrijednost varijanse PKS u našem istraživanju, koja, pored neaditivne varijanse uključuje i deo varijanse interakcije genotipa i spoljne sredine od varijanse OKS u saglasnosti je sa rezultatima Rojas i Sprague-a (1952), Kojića (1982), Todorovića (1995) i Pekića (2001). Suprotno ovim rezultatima Draganić i sar. (1982) su utvrdili da je odnos OKS/PKS veći od jedinice, što ukazuje da je u nasleđivanju prinosa zrna preovlađujući uticaj aditivnog delovanja gena.

Statistički visoko značajne pozitivne vrednosti OKS za prinos zrna kukuruza imala je inbred linija NS-1445 u obe godine ispitivanja, kao i linija F-7R u 2005. godini. Linija F-7R u 2006. godini je ispoljila statistički samo značajnu vrijednost OKS (tab. 5). Upravo zbog toga, linije sa visokim pozitivnim vrijednostima OKS (NS-1445 i F-7R) su od velikog značaja u programu oplemenjivanja za prinos zrna kukuruza.

Tab. 4. ANOVA kombinacionih sposobnosti za prinos zrna.

ANOVA for combining ability for grain yield

God.	Izvori Varijacija <i>Source of variation</i>	df	Sume kvadrata <i>Sum squares (SS)</i>	Sredine Kvadrata <i>Mean squares (MS)</i>	Fe	Ft	
						0,05, 0,01	
2005.	OKS	4	82,273	20,568	30,56**	2,50	3,60
	PKS	10	652,383	65,238	96,92**	1,97	2,59
	Recip.	10	30,870	3,087	4,59**	1,97	2,59
	E	72	48,462	0,673	OKS/PKS=0,315		
2006.	OKS	4	66,670	16,667	37,52**	2,50	3,60
	PKS	10	445,535	44,554	100,29**	1,97	2,59
	Recip.	10	27,938	2,794	6,29**	1,97	2,59
	E	72	31,987	0,444	OKS/PKS=0,374		

*,** - značajno na nivou od 5%, odnosno 1%

*, ** - significant at the 5% and 1%

Tab. 5. Efekat OKS za prinos zrna.

Effect of GCA for grain yield

Roditelji <i>Parents</i>	2005.		2006.	
	Efekat OKS <i>Effect of GCA</i>	Rang <i>Rank</i>	Efekat OKS <i>Effect of SCA</i>	Rang <i>Rank</i>
ZPL-11	0,232	3	-0,182	3
F-7R	0,686**	1	0,382*	2
W-37A	-0,844**	5	-0,429**	4
NS-1445	0,602**	2	0,914**	1
BL-47	-0,676**	4	-0,684**	5
SE	±0,183		±0,149	
LSD	0,05	0,365	0,297	
	0,01	0,485	0,395	

*,** - značajno na nivou od 5%, odnosno 1%

*, ** - significant at the 5% and 1%

Samo dve od deset direktnih hibridnih kombinacija nije pokazalo statistički značajne vrednosti PKS za prinos zrna u obe godine. To su kombinacije ZPL-11/6 x W-37A i W-37A x BL-47, koja su u obe ispitivane godine imala vrijednost PKS približnu nuli (tab. 6). Najveću vrijednost PKS za ispitivano svojstvo imala je kombinacija NS-1445 x BL-47 u obe godine. To potvrđuje da visoka vrijednost PKS uključuje jednog roditelja sa visokom OKS i jednog roditelja sa niskom OKS, što je bio slučaj sa linijama NS-1445 i BL-47. Kod ove dve inbred linije nije bilo razlika u PKS između direktnog i recipročnog ukrštanja. Najveća značajna razlika u vrednosti PKS između direktnog i recipročnog ukrštanja utvrđena je kod kombinacije F-7R x BL-47 u obe godine. Pri tome je važno uočiti da je ostvaren visoko značajno veći prinos zrna u slučaju kad je linija F-7R poslužila kao majka u navedenoj hibridnoj kombinaciji (tab. 6). To upućuje na zaključak da u nasljeđivanju prinosa zrna, osim nuklearnih, učestvuju i plazma geni, koji se prenose samo preko jajne ćelije, a ne i preko polena. Međutim, u hibridnoj kombinaciji ZPL-11/6 x F-7R donor poželjnih plazma gena bila je linija ZPL-11/6, a ne linija F-7R, što znači da se uloga plazma gena jednog roditelja odnosi samo na konkretnu hibridnu kombinaciju u datim uslovima spoljne sredine. Statistički značajne razlike u PKS između direktnog i recipročnog ukrštanja utvrđene su još kod kombinacije ZPL-11/6 x F-7R u obe godine, kao i kod hibrida F-7RxW-37A, dok je kod hibrida F-7R x NS-1445 razlika utvrđena u 2005. godini.

Tab. 6. Efekat PKS za prinos zrna
Effect of SCA for grain yield

Hibridi <i>Hybrids</i>	2005.	2006.		
	Efekat PKS <i>Effect of SCA</i>	Efekat reciprociteta <i>Effect of reciprocate</i>	Efekat PKS <i>Effect of SCA</i>	Efekat reciprociteta <i>Effect of reciprocate</i>
ZPL-11/6xF-7R	0,849**	1,079**	1,159**	0,520*
ZPL-11/6xW-37A	0,233	-0,195	0,358	0,450
ZPL-11/6xNS-1445	1,458**	-0,086	0,530*	0,247
ZPL-11/6xBL-47	1,208**	0,472	1,066**	0,892
F-7RxW-37A	2,001**	-0,625*	1,125**	0,519**
F-7RxNS-1445	1,620**	0,745*	1,797**	-0,064
F-7RxBL-47	1,674**	0,816**	0,835**	1,336**
W-37AxNS-1445	1,047**	-0,649*	1,106**	0,266
W-37AxBL-47	0,002	0,306	0,044	0,179
NS-1445xBL-47	2,045**	0,547	1,957**	-0,005
SE	±0,318	±0,290	±0,258	±,236
LSD	0,05	0,634	0,578	0,471
	0,01	0,842	0,768	0,625

*,** - značajno na nivou od 5%, odnosno 1%

*, ** - significant at the 5% and 1%

Zaključak

Ispitivani genotipovi su specifično reagovali na uslove proizvodnje. Najveći prosečan prinos zrna imao je hibrid F-7R x NS-1445 u 2005, i njegova recipročna verzija u 2006. godini. Ustanovljene su značajne vrijednosti OKS i PKS kod prinosa zrna. Odnos između OKS i PKS, pokazuje da dominantno delovanje gena ima preovlađujuću ulogu u nasleđivanju prinosa zrna. Najbolju OKS za prinos zrna pokazala je linija NS-1445. Najveću vrednost PKS za prinos zrna pokazao je hibrid NS-1445 x BL-47 u obe godine. To je dokaz da pojedine hibridne kombinacije koje uključuju jednog roditelja sa dobrim OKS i drugog roditelja sa lošim OKS, mogu imati izuzetno vredne performanse. Ovo je verovatno posledica delovanja aditivnog tipa (aditivni x aditivni) epistaze među roditeljima. Zbog toga bi prilikom testiranja selekcionog materijala, korisno bilo zadržati i one genotipove koji pokazuju loše OKS. Ustanovljeno je da recipročno ukrštanje utiče na efekat PKS za prinos zrna. To ukazuje, da osim nuklearnih gena i plazma geni imaju važnu ulogu u nasleđivanju ove kvantitativne osobine kukuruza. Najveću razliku u vrijednosti PKS za prinos zrna između direktnog i recipročnog ukrštanja ispoljio je hibrid F-7R x BL-47 u obe godine proučavanja. Pri tome su značajno veći prinosi ostvareni korišćenjem linije F-7R na poziciji majke umesto oca.

Literatura

1. *Babić, M. (1993):* Nasleđivanje prinosa zrna, zapremine kokičavosti i morfoloških osobina kukuruza kokičara (*Zea mays* L. Everta). Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
2. *Borojević, S. (1981):* Principi i metode oplemenjivanja bilja. Naučna knjiga, Beograd.
3. *Burow, M.D., Coors, J., (1994):* A Microcomputer program for the simulation and analysis of diallel crosses. *Agron. J.*, 86, 154-58.
4. *Delić, N. (1993):* Ocena sintetičkih populacija kukuruza (*Zea mays* L.) kao donora poželjnih alela. Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
5. *Draganić, M., Kraljević-Balalić, M., Kojić, L. (1982):* Nasleđivanje prinosa zrna kukuruza (*Zea mays* L.). *Arhiv za poljoprivredne nauke*, No 149: 63-70.
6. *Falconer, D.S. (1989):* Introduction to Quantitative Genetics, Longman.
7. *Griffing, B. (1956):* Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Aust. Journ. Biol. Sci.*, 9: 463-493.
8. *Griffing, B. (1956a):* A generalised treatment of the use diallel crosses in qualitative inheritance. *Heredity*, 10, 31-50.
9. *Hayman, B.I. (1954):* The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics*, 39, 789-809.
10. *Jones, R.M. (1965):* Analysis of variance on the half diallel table. *Heredity*, 20, 117-121.
11. *Kojić, L. (1982):* Nasleđivanje ugla lista i komponenti prinosa zrna kukuruza (*Zea mays* L.). Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, N. Sad.

12. Pajić, Z (1984): Genetička vrednost inbridovanih linija kukuruza (*Zea mays* L.) na osnovi dialelnog ukrštanja raznih generacija. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Zemun.
13. Pekić, V. (2001): Nasleđivanje komponenti prinosa zrna kukuruza (*Zea mays* L.) belog endosperma. Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
14. Rojas, B.A., Sprague, G.F. (1952): A comparison of variance components in corn yield trials: III. General and specific combining ability and their interaction with locations and years. *Agron. J.*, 44. 462-6.
15. Sprague, G.F., Tatum L.A. (1942): General vs. specific combining ability in single crosses of corn. *J. Amer. Soc. Agron.*, 34, 923-32.
16. Sečanski, M., Živanović, T., Šurlan Momirović, G., Rakić, S. (2008): Kombinacione sposobnosti prinosa kukuruza. Zbornik abstrakata petog naučno stručnog simpozijuma iz selekcije i semenarstva društva selekcionera i semenara Republike Srbije Vrnjačka Banja 25-28 maj, 40.
17. Sečanski, M., Živanović, T. Šurlan-Momirović, G., Prodanović, S. Jovanović, S. (2009): Combining abilities for yield maize of lines from different selection ciklus. Book of abstracts, IV Congress of the Serbian Genetic society Tara, June 1- June 5. 201.
18. Todorović, G. (1995): Genetički efekti heterozisa dialelnih hibrida kukuruza (*Zea mays* L.) F1 generacije. Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Zemun.
19. Vančetović, J. (1992): Kombinaciona sposobnost za prinos i komponente prinosa domaćih i sintetičkih populacija kukuruza (*Zea mays* L.). Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
20. Živanović, T., Sečanski, S., Šurlan-Momirović, G., Prodanović, S. (2005): Combining abilities of silage maize grain yield, *Journal of agricultural sciences*, Vol.50, No.1: 9- 18.

UDK: 633.15+539.219.1:630.26

Original scientific paper

SIGNIFICANCE OF COMBINING ABILITIES AND HETEROSIS FOR GRAIN YIELD OF MAIZE

*T. Živanović, S. Radanović, G. Todorović, M. Sečanski, S. Vasiljević, R. Dorđević**

Summary

The estimation of variability of five maize inbred lines and their diallel hybrids related to the grain yield, superior-parent heterosis and general and specific combining abilities after the method developed by Griffing, (1956a) (Method I, mathematical model I) was the aim of this study. According to obtained results it can be concluded that the variability of this trait is significantly affected by a genotype, year and a genotype x year interaction. Since the depression of the ear length occurs in inbreds in inbreeding, this trait was greater in hybrids than inbreds, as expected. The highest average heterosis for the grain yield was determined in the hybrids F-7R x NS-1445 (157,38% in 2005.) and F-7R x BL-47 (114.23% in 2006). The analysis of variance of combining abilities for the grain yield pointed out to highly significantly positive values of GCA and SCA for the observed trait in both years of investigation. Non-additive genes (dominance and epistasis) had the significant importance for grain yield heritability, indicating that the GCA to SCA ratio was below 1. The inbreds F-7R and NS-1445 were genotypes with the highest GCA effects, while hybrid combinations NS-1445 x BL-47, F-7RxW-37A, F-7RxNS-1445 were population with significant SCA effects in both years of investigation. They encompass both parents with high GCA effects or one parent with high GCA effects and other with low GCA effects. This is probably a result of additive gene effects (additive x additive) of the interaction between parents.

Key words: grain yield, maize, heterosis, combining abilities.

* Tomislav Živanović, Prof.Ph.D., Faculty of Agriculture, Zemun-Belgrade; Slavko Radanović, M.Sc., assistant, Institute of Agriculture, Banja Luka; Goran Todorović, Ph.D., Institute for Medicinal Plant research „Dr Josif Pančić“, Belgrade; Mile Sečanski, M.Sc., Maize Research Institute „Zemun Polje“, Zemun - Belgrade; Sanja Vasiljević, Ph.D., Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad.