

UDK 633.15:575.22

## Varijabilnost i heritabilnost prinosa i komponentata prinosa kukuruza

- Originalni naučni rad -

Tomislav ŽIVANOVIĆ<sup>1</sup>, Slavko RADANOVIĆ<sup>2</sup>, Mile SEČANSKI<sup>3</sup>,  
Gordana ŠURLAN MOMIROVIĆ<sup>1</sup>, Sanja VASILJEVIĆ<sup>4</sup>, Slaven PRODANOVIĆ<sup>1</sup>  
i Radiša ĐORĐEVIĆ<sup>5</sup>

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

<sup>2</sup>Poljoprivredni institut, Banja Luka

<sup>3</sup>Institut za kukuruz "Zemun Polje", Beograd-Zemun

<sup>4</sup>Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

<sup>5</sup>Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

**Izvod:** Cilj ovog istraživanja je bio da se za četiri svojstva kukuruza oceni varijabilnost inbred linija i njihovih dijalelnih hibrida i procene komponente genetičke varijabilnosti i heritabilnosti na bazi dijalelnog seta. Utvrđeno je da na varijabilnost ispitivanih svojstava značajno utiču genotip, godina i njihova interakcija. Hibridi su u odnosu na linije ispoljili veće srednje vrednosti za većinu svojstava. Analiza komponenti genetičke varijanse pokazuje da su dominantne komponente bile veće od aditivne i imale važniju ulogu u nasleđivanju svih ispitivanih svojstava, osim za broj redova zrna gde je aditivna genetička varijansa bila značajnija. F parametar, kao i frekvencija dominantnih gena ukazuju da dominantni geni preovlađuju nad recesivnim za većinu svojstava. Sva svojstva, osim broja redova zrna, se nasleđuju superdominantno. Odnos dominantnih i recesivnih gena kod roditelja pokazuje da su za prinos zrna, dužinu klipa i broj zrna u redu preovladavali dominantni, a za broj redova zrna recesivni geni. Za sva ispitivana svojstva, osim za broj redova zrna, dobijene su niske vrednosti heritabilnosti u užem, a visoke u širem smislu.

**Ključne reči:** Heritabilnost, komponente genetičke varijanse, kukuruz, svojstava, varijabilnost.

### Uvod

Prinos kukuruza, kao i većina drugih svojstava, rezultanta je delovanja genotipa i interakcije genotipa i faktora spoljne sredine. Sa stanovišta nauke o

nasleđivanju, kvantitativna svojstva od značaja za proizvodnju i selekciju, rezultat su akcije velikog broja nuklearnih gena, ali i jednog broja plazma gena različitog načina delovanja čiji se efekti ne mogu zasebno menjati na eksperimentalnom materijalu i u interakciji su sa faktorima spoljne sredine. Način delovanja tih gena otkriva se putem različitih biometričkih metoda. Jedna od najviše korišćenih metoda je metoda dijalelnog ukrštanja i dijalelne analize pomoću koje se može odrediti način nasleđivanja i efekat gena za određena svojstva.

Prvu analizu distribucije frekvencija kvantitativnih svojstava živih organizama primenio je **Galton**, 1889, a prve teorijske osnove genetičke analize kvantitativnih svojstava dao je **Fisher**, 1918. Tada su postavljeni temelji moderne biometrijske genetike i dat koncept o analizi ukupne varijanse koja može biti razložena na aditivnu i dominantnu. Pravilna ocena nasleđivanja svojstava može se izvršiti samo na osnovu analize genetičke varijabilnosti i heritabilnosti. Istraživanjima **Haymana**, 1954, **Jinksa**, 1954, se nastojalo da se genetički analiziraju roditelji koji učestvuju u dijalelnim ukrštanjima, a metodom **Griffinga**, 1956, **Kempthornea**, 1956, da se analiziraju početne populacije iz kojih su nastale roditeljske linije. Razlika između ova dva metoda je u tome što se primenom metode po **Haymanu**, 1954, genetička varijansa može razdvojiti na odgovarajuće komponente. Pored ovoga, prikazuje se i grafikon odnosa varijansi  $V_r/W_r$ . **Hanson**, 1963, ističe da se heritabilnost ( $h^2$ ) kao deo variranja zbog genetičke konstitucije roditelja može razmotriti u užem i širem smislu. Poznavanje heritabilnosti u užem smislu je od izuzetnog značaja u oplemenjivačkim programima, jer nam pokazuje stepen sličnosti između srodnika, odnosno verovatnoću sa kojom se fenotipska vrednost može upotrebiti za procenu aditivne varijanse. **Falconer**, 1989, navodi da heritabilnost nije samo karakteristika određenog svojstva, već i populacije, uslova spoljne sredine kojima su izložene individue, kao i načina merenja fenotipa. **Babić**, 1993, **Todorović**, 1995, su ustanovili da se u nasleđivanju broja redova zrna ispoljava parcijalna i puna dominacija, kao i da je aditivna varijansa bila veća od dominantne, što je uticalo na visoke vrednosti heritabilnosti i niske vrednosti heterozisa. Isti autori navode veći uticaj neaditivne genetičke varijanse kod sledećih svojstava: prinos zrna, broj zrna u redu, masa zrna, prečnik i dužina klipa.

Cilj ovog istraživanja je bio da se na bazi metoda dijalelnog ukrštanja odredi genetička osnova nasleđivanja prinosa zrna, dužine klipa, debljine klipa, broja redova zrna na klip, broja zrna u redu, visine biljke i visine klipa.

### Materijal i metode

Za proučavanja u ovom radu uključeno je pet inbred linija (ZPL-11/6 i NS-1445 (Srbija), F-7R i W-37A (SAD) i BL-47 (Republika Srpska) kao i njihovih hibrida kukuruza dobijenih na bazi dijalelnih ukrštanja u tipu zubana, standardnog kvaliteta zrna. Sve odabrane inbred linije po dužini vegetacije pripadaju srednje ranim grupama zrenja (FAO 300-400). Uporedni poljski ogled linija i hibrida postavljen je po metodu slučajnog blok sistema u

četri 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 bila je 4,2 m<sup>2</sup>. Analizirana su sledeća svojstva: prinos zrna sa 14% vlage (t/ha), dužina klipa (cm), broj redova zrna i broj zrna u redu. Primjenjivana je standardna agrotehnika za kukuruz. Izračunati su sledeći biometrički parametri: srednje vrednosti, standardna devijacija, koeficijent varijacije. Analiza komponenti genetičke varijanse i heritabilnost u užem i širem smislu su urađeni po modelu *Haymana*, 1954, *Jinksa*, 1954, i *Mathera* i *Jinksa*, 1971. Rezultati analize svih proučavanih svojstava obrađeni su za svaku godinu posebno, zbog mogućih uticaja godine na ispitivana svojstva.

### Rezultati i diskusija

Na varijabilnost većine ispitivanih svojstava značajno utiču godina, genotip i interakcija ova dva faktora (Tabela 1).

Tabela 1. ANOVA, sredine kvadrata (MS) svojstava kukuruza  
ANOVA, Mean Squares (MS) of Maize Traits

Izvori varijacija Source of variation	df	Prinos zrna Grain yield	Dužina klipa Ear length	Broj redova zrna Kernel row number	Broj zrna u redu Kernel number per row
Ponavljjanje Replicates	3	0,21	0,26	0,02	0,79
Godina Year (Y)	1	25,60**	3,30*	0,05	50,71**
Genotip - Genotype (G)	24	52,13**	21,01**	39,63**	292,60**
G x Y	24	1,96**	1,28	0,03	2,79*
Pogreška Error	147	0,54	0,84	0,26	1,67

\*, \*\* - značajno na nivou 5%, odnosno 1% - \*, \*\* - significant at the level of 5% and 1%, respectively

Analizom rezultata dvogodišnjih istraživanja, utvrđeno je da su hibridne kombinacije ostvarile značajno veće srednje vrednosti za prinos zrna (8,30-13,78 t/ha u 2005. godini, odnosno 8,16-12,57 t/ha u 2006. godini), u odnosu na roditeljske inbred linije (3,84-6,84 t/ha u 2005. godini, odnosno 4,14-6,00 t/ha u 2006. godini), a to je normalna posedica ispoljavanja heterozisa u F<sub>1</sub> generaciji. Variranje prinosa zrna, izraženo koeficijentom varijacije, kretalo se od 1,34% do 15,61% u 2005, odnosno od 1,85% do 13,25% u 2006 godini. Analizom pokazatelja varijabilnosti za prinos zrna, primećeno je da su inbred linije više varirale u odnosu na hibride u obe ispitivane godine (Tabela 2).

Tabela 2. Srednje vrednosti ( $\bar{X}$ ), standardne devijacije ( $\sigma$ ), koeficijenti varijacije (CV%) prinosa i dužine klipa kukuruza

Genotip Genotype	Prinos zrna - Grain yield					
	2005.			2006.		
	$\bar{x} \pm SE$	$\sigma$	CV	$\bar{x} \pm SE$	$\sigma$	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

Hibridne kombinacije, kao i kod prinosa zrna, su ostvarile veće srednje vrednosti za dužinu klipa u odnosu na roditeljske genotipove. Najduži klip imala je linija W-37A, a najkraći linija F-7R u obe godine ispitivanja. Hibridna kombinacija W-37A x NS-1445 pokazala je najveću srednju vrednost za dužinu klipa (18,84 cm) u 2005. godini, a NS-1445 x F-7R (19,84 cm) u 2006. godini (Tabela 2). Variranje dužine klipa se kretalo od 2,96% do 5,73% za inbred linije, odnosno od 1,95% do 8,10% za hibride (Tabela 2).

Analizom rezultata srednjih vrednosti za broj redova zrna utvrđeno je da je najveću srednju vrednost među linijama u obe godine ispitivanja imala linija F-7R, a najmanju NS-1445. Najveću srednju vrednost za broj redova zrna među hibridima imala je kombinacija BL-47 x F-7R, a najmanju kombinacija ZPL-11/6 x NS-1445 u obe godine ispitivanja (Tabela 3). Koeficijent varijacije za svojstvo broj redova zrna kretao se od 1,05% do 6,14% u 2005. godini, odnosno od 1,05% do 4,22% u 2006.

Mean Values ( $\bar{X}$ ), Standard Deviations ( $\sigma$ ), Coefficients of Variation (CV%) of Maize Yield and Ear Length

Dužina klipa - Ear length					
2005.			2006.		
$\bar{x} \pm SE$	$\sigma$	CV	$\bar{x} \pm SE$	$\sigma$	CV
14,30±0,18	0,35	2,48	14,30±0,22	0,44	3,05
17,90±0,12	0,24	1,34	17,90±0,20	0,41	2,27
14,85±0,35	0,70	4,69	14,85±0,23	0,45	3,05
11,45±0,30	0,60	5,23	11,35±0,08	0,17	1,48
17,15±0,13	0,25	1,47	17,25±0,09	0,17	1,05
16,75±0,27	0,55	3,26	16,80±0,18	0,37	2,19
15,45±0,32	0,64	4,13	15,55±0,27	0,55	3,53
13,05±0,12	0,24	1,86	13,10±0,27	0,53	4,06
16,85±0,21	0,42	2,51	16,70±0,24	0,47	2,83
17,20±0,25	0,49	2,88	17,30±0,28	0,56	3,26
17,05±0,27	0,54	3,18	16,95±0,18	0,36	2,13
14,50±0,15	0,30	2,04	14,45±0,22	0,44	3,04
19,35±0,22	0,45	2,32	19,05±0,20	0,40	2,10
15,10±0,57	1,15	6,14	14,85±0,31	0,63	4,22
15,90±0,30	0,61	3,82	15,55±0,13	0,26	1,65
13,90±0,20	0,41	2,98	14,00±0,22	0,44	3,14
16,15±0,32	0,65	4,03	16,20±0,23	0,46	2,85
13,80±0,36	0,71	5,18	13,70±0,28	0,56	4,11
13,40±0,07	0,14	1,05	13,45±0,14	0,28	2,08
13,15±0,21	0,42	3,22	13,15±0,15	0,31	2,36
16,15±0,10	0,21	1,29	16,15±0,20	0,40	2,47
18,00±0,21	0,42	2,34	18,15±0,20	0,40	2,23
21,95±0,36	0,71	3,25	21,80±0,20	0,40	1,84
16,40±0,34	0,68	4,17	16,50±0,22	0,44	2,65
15,95±0,13	0,26	1,64	15,85±0,25	0,49	3,12

godini (Tabela 3). Slične, relativno niske vrednosti koeficijenta varijacije za ovo svojstvo dobili su u svojim istraživanjima, *Todorović*, 1995, *Sečanski*, 1999, *Sečanski i sar.*, 2007.

Najveći broj zna u redu među roditeljima imala je linija W-37A, a najmanji linija BL-47, a među hibridima najveću srednju vrednost ostvarila je kombinacija NS-1445 x ZPL-11/6, a najmanju hibridna kombinacija BL-47 x W-37A u obe godine ispitivanja (Tabela 3). Koeficijent varijacije za ispitivano svojstvo kretao se od 1,42% do 5,65% u 2005. godini, odnosno od 1,69% do 5,85% u 2006. godini (Tabela 3). Prema rezultatima može se zaključiti da su linije imale nešto veći koeficijent varijacije za ovo svojstvo od hibrida.

Analizom komponenti genetičke varijanse za nasleđivanje svih ispitivanih svojstava je visoko značajna varijansa usled dominantnog delovanja gena ( $H_1$  i  $H_2$ ). Ove vrednosti su višestruko veće u odnosu na efekat aditivnih gena (D) u obe godine

Tabela 3. Srednje vrednosti ( $\bar{x}$ ), standardne devijacije ( $\sigma$ ), koeficijenti varijacije (CV%) za broj redova zrna i broj zrna u redu kukuruza

Genotip Genotype	Prinos zrna - Grain yield					
	2005.			2006.		
	$\bar{x} \pm SE$	$\sigma$	CV	$\bar{x} \pm SE$	$\sigma$	CV
ZPL-11/6	14,30±0,18	0,35	2,48	14,30±0,22	0,44	3,05
F-7R	17,90±0,12	0,24	1,34	17,90±0,20	0,41	2,27
W-37A	14,85±0,35	0,70	4,69	14,85±0,23	0,45	3,05
NS-1445	11,45±0,30	0,60	5,23	11,35±0,08	0,17	1,48
BL-47	17,15±0,13	0,25	1,47	17,25±0,09	0,17	1,05
ZPL-11/6xF-7R	16,75±0,27	0,55	3,26	16,80±0,18	0,37	2,19
ZPL-11/6xW-37A	15,45±0,32	0,64	4,13	15,55±0,27	0,55	3,53
ZPL-11/6xNS-1445	13,05±0,12	0,24	1,86	13,10±0,27	0,53	4,06
ZPL-11/6xBL-47	16,85±0,21	0,42	2,51	16,70±0,24	0,47	2,83
F-7RxZPL-11/6	17,20±0,25	0,49	2,88	17,30±0,28	0,56	3,26
F-7RxW-37A	17,05±0,27	0,54	3,18	16,95±0,18	0,36	2,13
F-7RxNS-1445	14,50±0,15	0,30	2,04	14,45±0,22	0,44	3,04
F-7RxBL-47	19,35±0,22	0,45	2,32	19,05±0,20	0,40	2,10
W-37AxZPL-11/6	15,10±0,57	1,15	6,14	14,85±0,31	0,63	4,22
W-37AxF-7R	15,90±0,30	0,61	3,82	15,55±0,13	0,26	1,65
W-37AxNS-1445	13,90±0,20	0,41	2,98	14,00±0,22	0,44	3,14
W-37AxBL-47	16,15±0,32	0,65	4,03	16,20±0,23	0,46	2,85
NS-1445xZPL-11/6	13,80±0,36	0,71	5,18	13,70±0,28	0,56	4,11
NS-1445xF-7R	13,40±0,07	0,14	1,05	13,45±0,14	0,28	2,08
NS-1445xW-37A	13,15±0,21	0,42	3,22	13,15±0,15	0,31	2,36
NS-1445xBL-47	16,15±0,10	0,21	1,29	16,15±0,20	0,40	2,47
BL-47xZPL-11/6	18,00±0,21	0,42	2,34	18,15±0,20	0,40	2,23
BL-47xF-7R	21,95±0,36	0,71	3,25	21,80±0,20	0,40	1,84
BL-47xW-37A	16,40±0,34	0,68	4,17	16,50±0,22	0,44	2,65
BL-47xNS-1445	15,95±0,13	0,26	1,64	15,85±0,25	0,49	3,12

ispitivanja kod prinosa zrna i dužine klipa (Tabela 4). Ovo je u sglasnosti sa rezultatima drugih autora koji su ustanovili izraženije djelovanje dominantnih gena u odnosu na aditivne kod nasleđivanja prinosa zrna kukuruza, Štarić, 1978, Draganić i sar., 1982, Ivanović, 1979, Pajić, 1984, Todorović, 1995, Sečanski, 1999, Pekić, 2001, Sečanski i sar., 2007. Pozitivna vrednost parametra F pokazuje da je u nasleđivanju prinosa zrna kod roditelja bilo više dominantnih od recesivnih alela, što potvrđuje i vrednosti  $u$  i  $v$  parametara ( $u > v$ ). Odnos ukupnog broja dominantnih i recesivnih alela roditelja veći je od jedinice ( $K_d/K_r > 1$ ), a raspored nije bio simetričan ( $H_2/4H_1 < 0,25$ ). Odnos  $H_1/D$  veći je od jedan u obe godine ispitivanja, te se radi o superdominaciji (Tabela 4). Za prinos zrna dobijene su vrlo visoke vrednosti heritabilnosti u širem smislu, a niske vrednosti heritabilnosti u užem smislu u obe godine ispitivanja, što znači da je jak uticaj genotipa na determinaciju fenotipa, odnosno da je udeo varijanse dominantnog delovanja gena

( $H_1$  i  $H_2$ ) u ukupnoj genetičkoj varijansi veoma visok. Niska heritabilnost u užem smislu

Mean Values ( $\bar{x}$ ), Standard Deviations ( $\sigma$ ), Coefficients of Variation (CV%) of Kernel Row Number and Kernel Number per Rows of Maize

Dužina klipa - Ear length					
2005.			2006.		
$\bar{x} \pm SE$	$\sigma$	CV	$\bar{x} \pm SE$	$\sigma$	CV
30,50±0,65	1,30	4,25	31,20±0,59	1,19	3,82
22,27±0,23	0,46	2,08	23,35±0,48	0,96	4,10
30,97±0,64	1,28	4,12	32,14±0,46	0,92	2,85
29,87±0,84	1,69	5,65	31,07±0,91	1,82	5,85
19,96±0,39	0,77	3,87	19,51±0,35	0,70	3,61
38,30±0,75	1,50	3,92	38,93±0,42	0,85	2,18
36,47±0,76	1,52	4,18	34,49±0,29	0,58	1,69
40,57±0,95	1,90	4,69	43,60±1,19	2,38	5,45
36,79±0,50	1,19	3,23	37,75±0,77	1,44	3,81
36,04±0,49	0,98	2,72	38,60±0,59	1,18	3,07
37,99±0,37	0,74	1,95	38,63±0,40	0,80	2,08
41,35±0,59	1,17	2,84	42,99±0,67	1,33	3,10
35,43±0,20	0,59	1,66	35,85±0,33	0,66	1,84
34,75±0,54	1,08	3,12	35,62±0,47	0,95	2,66
37,37±0,76	1,52	4,06	38,17±0,66	1,31	3,44
37,60±0,45	0,89	2,32	38,99±0,58	1,17	2,99
29,24±0,75	1,49	5,11	29,87±0,61	1,23	4,12
43,80±0,48	0,95	2,18	45,99±0,73	1,46	3,18
42,91±0,30	0,61	1,42	45,28±0,44	0,88	1,94
36,57±0,59	1,17	3,21	37,13±0,44	0,87	2,35
40,73±0,39	0,78	1,91	39,53±0,48	0,95	2,41
36,55±0,52	1,04	2,86	36,83±0,49	0,98	2,65
31,40±0,50	1,00	3,18	33,65±0,54	1,07	3,19
28,61±0,46	0,93	3,25	29,47±0,51	1,01	3,44
37,12±0,26	0,53	1,42	37,68±0,34	0,69	1,82

posledica je niskog udela aditivne genetičke varijanse u ukupnoj fenotipskoj varijansi, odnosno, visokog učešća dominantne genetičke varijanse i ekološke varijanse u ukupnoj fenotipskoj varijansi. Slične vrednosti heritabilnosti u širem smislu u svojim istraživanjima dobili su **Štarić**, 1978, **Pajić**, 1984, **Todorović**, 1995, **Sečanski**, 1999, **Pekić**, 2001, **Sečanski i sar.**, 2007.

U nasleđivanju dužine klipa značajniju ulogu imaju dominantni geni, što je u saglasnosti sa rezultatima koja su dobili **Ivanović**, 1979, **Sečanski**, 1999, **Pekić**, 2001, **Sečanski i sar.**, 2007. Vrednost F u obe godine pokazuje da u nasleđivanju dužine klipa ima više dominantnih nego recesivnih alela, što znači da u ovom svojstvu dominiraju aleli boljeg roditelja, **Sečanski i sar.**, 2007. Ovo potvrđuje i odnos ferekvencija dominantnih alela ( $u > v$ ; Tabela 4). Odnos ukupnog broja

dominantnih i recesivnih alela (Kd/Kr) veći je od jedinice u obe godine, ali je raspored dominantnih i recesivnih alela nejednak ( $H_2/4H_1 < 0,25$ ). Vrednost prosečnog





stepena dominacije  $\sqrt{H1/D}$  veća je od jedinice, te se radi o superdominaciji u F<sub>1</sub> generaciji. Kod nasleđivanja svojstva dužine klipa ustanovljena je visoka heritabilnost u širem smislu i niska u užem smislu (Tabela 4), što govori o manjem udelu aditivne varijanse, a visokom učešću dominantne i ekološke varijanse u ukupnoj fenotipskoj varijansi. Slične rezultate heritabilnosti u širem i užem smislu u svojim istraživanjima dobili su *Ivanović*, 1979, *Babić*, 1983, *Todorović*, 1995, *Sečanski*, 1999, *Sečanski i sar.*, 2007.

Analizom komponenti genetičke varijanse broja redova zrna utvrđeno je visoko značajno delovanje aditivnih i dominantnih gena, pri čemu je efekat aditivnih gena bio nekoliko puta veći u obe godine ispitivanja (Tabela 4). To je u skladu sa rezultatima koje su dobili *Gamble*, 1962, *Štarić*, 1978, *Ivanović*, 1979, *Babić*, 1993, *Todorović*, 1995, *Sečanski*, 1999, *Sečanski i sar.*, 2007. Suprotno ovom, na veći značaj dominantnog delovanja gena u odnosu na aditivne u nasleđivanju broja redova zrna kukuruza ukazuje *Pekić*, 2001. Kod roditelja je više recesivnih od dominantnih alela, što potvrđuje i vrednost  $u$  i  $v$ , kao i odnos  $Kd/Kr < 1$ , dok odnos  $H_2/4H_1 < 0,25$  ukazuje na nejednaku zastupljenost dominantnih i recesivnih alela. Vrednost parametra  $\sqrt{H1/D} < 1$  u ukazuje na parcijalnu dominaciju u nasleđivanju broja redova zrna. Kod nasleđivanja svojstva broj redova zrna ustanovljene su visoke vrednosti heritabilnost u užem i širem smislu u obe godine ispitivanja, što znači da je fenotipska vrednost ovog svojstva rezultanta prvenstveno genotipa, odnosno njegove aditivne komponente. Visoke vrednosti heritabilnost u užem i širem smislu su dobili i *Ivanović*, 1979, *Todorović*, 1995, *Sečanski*, 1999, a nešto nižu *Pekić*, 2001.

Analizom genetičke varijanse broja zrna u redu ustanovljen je visok značaj aditivne (D) i dominantne (H<sub>1</sub> i H<sub>2</sub>) komponente varijanse (Tabela 4), ali je značajniji uticaj dominantnih gena. Visoka pozitivna vrednost parametra F pokazuje da se u nasleđivanju ovog svojstva ispoljilo više dominantnih nego recesivnih alela, što potvrđuju i njihova frekvencija ( $u$  i  $v$ ) i vrednost parametra  $Kd/Kr > 1$ , a raspored dominantnih i recesivnih alela kod roditelja je nejednak  $H_2/4H_1 < 0,25$ . Ovo svojstvo se u F<sub>1</sub> generaciji nasleđuje superdominantno ( $\sqrt{H1/D} > 1$ ; Tabela 4). Heritabilnost u širem smislu je visoka, a u užem smislu niska. Do sličnih rezultata heritabilnosti u svojim istraživanjima došli su *Babić*, 1993, *Todorović*, 1995, *Pekić*, 2001.

### Zaključak

Hibridi su u odnosu na linije ispoljili veće srednje vrednosti za sva svojstva osim za broj redova zrna. Analiza komponenti genetičke varijanse pokazuje da su dominantne komponente (H<sub>1</sub> i H<sub>2</sub>) bile veće od aditivne (D) i imale važniju ulogu u nasleđivanju svih ispitivanih svojstava, osim za broj redova zrna. Komponenta F je pozitivna za sva ispitivana svojstva, osim za broj redova zrna, što ukazuje da dominantni geni preovlađuju nad recesivnim. Prosečni stepeni dominacije su veći od jedinice za sva svojstva, osim za broj redova zrna, te se ova svojstva nasleđuju superdominacijom, a broj redova zrna parcijalnom dominacijom. Frekvencija

dominantnih gena ( $u$ ) bila je veća od frekvencije recesivnih gena ( $v$ ) za sva svojstva, osim za broj redova zrna. Kod prinosa zrna, dužine klipa i broja zrna u redu preovladali su dominantni, a kod broja redova zrna recesivni geni. Prema tome ovo ukazuje na superdominaciju u nasleđivanju svih ispitivanih svojstava osim broja redova zrna, gde se ispoljila parcijalna dominacija. Za sva ispitivana svojstava su dobijene niske vrednosti heritabilnosti u užem smislu osim za broj redova zrna.

### Literatura

- Babić, M.** (1993): Nasleđivanje prinosa zrna, zapremine kokičavosti i morfoloških osobina kukuruza kokičara (*Zea mays* L. Everta). Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Draganić, M., M. Kraljević-Balalić i L. Kojić** (1982): Nasleđivanje prinosa zrna kukuruza (*Zea mays* L.). Arh. poljopr. nauke **43** (149): 63-70.
- Falconer, D.S.** (1989): Introduction to Quantitative Genetics, ed. Longman, U.K.
- Fisher, R.A.** (1918): The correlations between relatives on the supposition of Mendelian inheritance. Trans R Soc Edinburgh 52: 399-433.
- Galton, F.** (1889): Natural Inheritance, ed. Macmillan, London, U.K.
- Gamble, E.E.** (1962): Gene effects in corn (*Zea mays* L.) II. Relative importance of gene effects for plant height and certain component attributes of yield. Can. J. Plant Sci. 42: 349-58.
- Griffing, B.** (1956): A generalised treatment of the use diallel crosses in qualitative inheritance. Heredity 10: 31-50.
- Hanson, W.D.** (1963): Heritability. Statistical Genetics and Plant Breeding. NAS-NRC 982
- Hayman, B.I.** (1954): The theory and analysis of diallel crosses. Genetics 39: 789-809.
- Ivanović, Z.** (1979): Proučavanje genotipskih komponenata prinosa zrna i razvojnih osobina pomoću dialelne analize inbridovanih linija i  $F_1$  hibrida kukuruza (*Zea mays* L.). Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd-Zemun.
- Jinks, J.L.** (1954): The analysis of continuous variation in a diallel cross of *Nicotiana rustica* varieties. Genetics 39: 767-788.
- Kempthorne, O.** (1956) The theory of the diallel cross. Genetics 41: 451-459.
- Mather, K. and J.L. Jinks** (1971): Biometrical Genetics, 2<sup>nd</sup> edition, ed. Chapman and Hall, London, U.K.
- Pajić, Z.** (1984): Genetička vrednost inbridovanih linija kukuruza (*Zea mays* L.) na osnovi dialelnog ukrštanja raznih generacija ( $I_1$ - $I_n$ ). Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd-Zemun.
- Pekić, V.** (2001): Nasleđivanje komponenti prinosa zrna kukuruza (*Zea mays* L.) belog endosperma. Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.

- Sečanski, M.** (1999): Kombinacione sposobnosti inbridovanih linija za prinos suve materije i zrna hibrida kukuruza (*Zea mays* L.). Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd-Zemun.
- Sečanski, M., T. Živanović i S. Vasiljević** (2007): Nasleđivanje osobina hibrida silažnog kukuruza. Zb. rad. Instituta za ratarstvo i povrtarstvo **44** (1): 193-207.
- Štarić, I.** (1978): Proučavanje genetičkog variranja elementarnih osobina rodnosti zrna kod hibrida kukuruza (*Zea mays* L.). Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd-Zemun.
- Todorović, G.** (1995): Genetički efekti heterozisa dialelnih hibrida kukuruza (*Zea mays* L.) F<sub>1</sub> generacije. Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd-Zemun.

Primljeno: 07.08.2009.

Odobreno: 18.08.2009.

\* \*  
\*

## Variability and Heritability of Yield and Yield Components in Maize

- Original scientific paper -

Tomislav ŽIVANOVIĆ<sup>1</sup>, Slavko RADANOVIĆ<sup>2</sup>, Mile SEČANSKI<sup>3</sup>, Gordana ŠURLAN MOMIROVIĆ<sup>1</sup>, Sanja VASILJEVIĆ<sup>4</sup>, Slaven PRODANOVIĆ<sup>1</sup> and Radiša ĐORĐEVIĆ<sup>5</sup>

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

<sup>2</sup>Institute of Agriculture, Banja Luka

<sup>3</sup>Maize Research Institute "Zemun Polje", Belgrade-Zemun

<sup>4</sup>Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad

<sup>5</sup>Institute of Vegetable Crops, Smederevska Palanka

### Summary

A set of five maize inbred lines and their diallel hybrids of the F<sub>1</sub> generation for grain yield and yield components (ear length, kernel row number and kernel number per row) were investigated in this study. A comparative trial with inbreds and hybrids was set at Banja Luka in 2005 and 2006. The analysis of genetic variance components and regression analysis were done after Jinks, 1954, Hayman, 1954, Mather and Jinks, 1971. Dominant components (H<sub>1</sub> and H<sub>2</sub>) of genetic variance were greater than additive ones (D) for all studied traits except the kernel row number. Results on the regression analysis point out to super-dominance in inheritance of all traits, but the kernel row number, for which a partial dominance was estimated. The high broad sense heritability was registered for all traits, indicating a great significance of dominant genes for their expression. As expected, the highest narrow sense heritability was detected for the kernel row number, due to a higher frequency of additive genes.

Received: 07/08/2009

Accepted: 18/08/2009

Adresa autora:

Tomislav ŽIVANOVIĆ

Poljoprivredni fakultet

Nemanjina 6

11080 Beograd-Zemun

Srbija

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