

## Nasleđivanje i korelacija prinosa klipa i randmana zrna kod kukuruza šećerca (*Zea mays* L. *saccharata*)

- Originalni naučni rad -

Jelena SRDIĆ i Zorica PAJIĆ  
Institut za kukuruz "Zemun Polje", Beograd-Zemun

**Izvod:** U radu je metodom dijalelnog ukrštanja (6x6) proučavan način nasleđivanja i kombinacione sposobnosti šest samooplodnih linija kukuruza šećerca (L<sub>1</sub>-L<sub>6</sub>) za svojstva prinosa klipa kukuruza i randman zrna. Analizom varijanse kombinacionih sposobnosti utvrđena je visoka značajnost vrednosti opštih (OKS) i posebnih kombinacionih sposobnosti (PKS) za oba svojstva. Presudan uticaj neaditivnog delovanja gena utvrđen je za nasleđivanje prinosa klipa, dok je za randman zrna aditivno delovanje gena bilo značajnije. Značajna vrednost OKS linija za prinos klipa kukuruza šećerca utvrđena je samo kod linije L<sub>4</sub>, koja se pokazala i kao dobar kombinator u hibridnim kombinacijama sa visokim vrednostima PKS. U slučaju randmana zrna visokoznačajne vrednosti OKS utvrđene su za linije L<sub>1</sub> i L<sub>2</sub>, koje su takođe bile komponente hibrida sa visokoznačajnim vrednostima PKS.

Koeficijentom korelacije ranga utvrđena je visokoznačajna vrednost (0,58<sup>\*\*</sup>) između prinosa klipa i randmana zrna kukuruza šećerca, što ukazuje na srednje jaku zavisnost između ova dva svojstva i činjenicu da posmatrani genotipovi kukuruza šećerca koji se odlikuju visokim prinosom imaju i veći randman zrna i obratno.

**Ključne reči:** Kukuruz šećerac, OKS, PKS, prinos klipa, randman zrna.

### Uvod

Zrno kukuruza šećerca se koristi za ishranu ljudi i industrijsku preradu u mlečnoj fazi razvoja endosperma, kada ono ima kremastu strukturu, nizak sadžaj suve materije i najbogatije je prostim šećerima koji mu daju sladak ukus. Pored ovih svojstava, za industrijsku preradu, veoma je važan oblik, veličina i ujednačenost klipa kao i njegova ozrjenost, konfiguracija redova, dubina i širina zrna, odnosno randman zrna, *Pajić i sar.*, 2005. U slučaju konzerviranja rezanog zrna, važan je prinos i randman zrna, dok je za neka tržišta bitna masa pojedinačnog klipa, *Tracy*, *J. Sci. Agric. Research/Arh. poljopr. nauke* 71, 255 (2010/3), 39-45

1994. Randman zrna kao važno tehnološko svojstvo kukuruza šećerca, prvenstveno zavisi od karakteristika zrna, njegove dubine i mase, a predstavlja odnos mase zrna i mase celog klipa.

Specifičnosti kukuruza šećerca utiču na to da u oplemenjivanju ovog tipa kukuruza, prinos klipa kao najvažnije svojstvo nije i jedina na koju se obraća pažnja. Oplemenjivanje kukuruza šećerca pored standardnih metoda i postupaka zahteva i određene posebne postupke pri oceni izgleda i kvaliteta zrna, **Hallauer** i **Miranda**, 1995. Izbor efikasnog oplemenjivačkog programa zasnovan je na poznavanju efekata gena koji su uključeni u nasleđivanje pojedinih svojstava. Poznavanje heterotičnih modela i kombinacionih sposobnosti unutar germplazme kukuruza neophodno je radi postizanja maksimalne efektivnosti stvaranja hibridnih kombinacija, **Beck i sar.**, 1990. Osvrćući se na problematiku identifikovanja heterotičnih grupa, **Tracy**, 1990, je konstatovao da nije moguće izvesti jasne zaključke u pogledu svrstavanja linija šećeraca u heterotične grupe, što u mnogome otežava proces oplemenjivanja kukuruza šećerca. Različita istraživanja do sada nisu mogla da identifikuju takve modele kod linija kukuruza šećerca, čemu je jedan od glavnih uzroka veoma uska genetička osnova na kojoj je zasnovano oplemenjivanje ovog tipa kukuruza u svetu.

Cilj ovog rada bio je da se utvrde kombinacione sposobnosti šest samooplodnih linija kukuruza šećerca i način nasleđivanja prinosa klipa i randmana zrna. Takođe je utvrđena i korelacija ova dva važna industrijska svojstva kod kukuruza šećerca.

### **Materijal i metode**

Za istraživanja u ovom radu odabrano je šest samooplodnih linija kukuruza šećerca selekcionisanih u Institutu za kukuruz "Zemun Polje". Ove linije imale su delimično germplazmu poreklom iz sorti introdukovanih iz Meksika (L<sub>1</sub>- ZPL 620/121 i L<sub>2</sub>- ZPL ZPL 1/12), Irana (L<sub>4</sub> - ZPKŠ 8/1-161 i L<sub>5</sub> - ZPKŠ 8/1-153), a korištene su linije iz sintetičke populacije stvorene u Institutu za kukuruz (L<sub>3</sub> - ZPL 620/121-25) i F<sub>2</sub> populacije hibrida *Jubilee* (L<sub>5</sub>- Jub I-5).

Šest samooplodnih linija ukrštano je po principu dijalela bez recipročnih ukrštanja [ $n(n-1)/2$ ] (n - broj roditeljskih linija), čime je proizvedeno 15 F<sub>1</sub> kombinacija. Hibridi i roditeljske linije bili su posejani u oglede po slučajnom blok dizajnu u tri ponavljanja. Hibridi i linije sejani su u isto vreme u posebnim oglednim parcelama, koje su imale po dva rubna zaštitna reda. Eksperimentalna parcela bila je jedan red svakog genotipa sa po 20 biljaka i gustom od oko 50.000 bilj/ha. Berba klipova obavljena je 23 dana nakon svilanja za svaki pojedinačni genotip. Prinos klipa meren je bez komušine, a randman klipa utvrđen je na uzorku od pet klipova kao odnos mase zrna i mase klipa bez komušine.

Obrada podataka dobijenih dijalelnom analizom urađena je pomoću programa Genetic Analysis, **Dick**, 1987. Opšte (OKS) i posebne (PKS) kombinacione sposobnosti analizirane su na osnovu Grifingovog matematičkog modela I i metoda

2, **Griffing**, 1956. Korelacija prosečnih vrednosti prinosa klipa i randmana zrna utvrđena je pomoću Spearmanovog koeficijenta korelacije ranga  $r_s$ , **Zar**, 1989.

### Rezultati i diskusija

Prosečne vrednosti prinosa klipa kukuruza šećerca kretale su se od 3,35 t/ha do 7,52 t/ha za samooplodne linije i od 8,00 do 13,39 t/ha za hibridne kombinacije. Hibridna bujnost bila je veoma izražena u ispoljavanju ovog svojstva, jer su prosečne vrednosti prinosa klipa hibridnih kombinacija bile 2-3 puta veće od roditeljskih linija. Statistički značajnih razlika između genotipova bilo je kako među linijama tako i među hibridnim kombinacijama. Najprinosnija linija  $L_4$  bila je komponenta najprinosnijih hibridnih kombinacija  $L_4 \times L_2$  i  $L_4 \times L_1$  (13,39 i 11,87 t/ha), ali i drugih visoko prinosa hibridnih kombinacija (Tabela 1). Posmatrajući osobinu randmana zrna takođe se primećuje da je prosečna vrednost linija niža (60,59%) od one kod hibridnih kombinacija (64,50%). Najmanji udeo zrna na klipovima imala je linija  $L_5$  (57,22%), a najviši  $L_1$  (63,94%), dok se ta vrednost kod hibridnih kombinacija kretala od 57,42% do 71,43%. Kao i kod prethodnog svojstva, linija sa najvećim randmanom zrna bila je komponenta hibridne kombinacije sa najvećim randmanom (Tabela 1).

Spearmanovim koeficijentom korelacije ranga između ova dva svojstva utvrđena je pozitivna, visokoznačajna korelacija ( $r_s=0.58^{**}$ ), srednje jačine. Odnosno, na osnovu posmatranih genotipova utvrđeno je da prinosnije linije imaju i veći udeo zrna na klipovima i obratno.

Analizom varijanse kombinacionih sposobnosti utvrđeno je da je u ispoljavanju ovih dvaju svojstava značajno i aditivno i neaditivno delovanje gena, jer su vrednosti OKS i PKS bile visoko značajne u oba slučaja. Iz odnosa OKS/PKS koji je za prinos klipa bio manji od 1 utvrđeno je da je za ovo svojstvo presudno neaditivno delovanje gena (dominacija i epistaza), dok je za randman zrna značajnije aditivno delovanje gena (Tabela 2). Glavnu ulogu gena dominantnog dejstva u ekspresiji prinosa klipa kukuruza šećerca ustanovile su **Pajić i Radosavljević**, 1984, a potvrdila su i druga istraživanja na kukuruзу ovog tipa, posmatrajući prinos kako sa komušinom, tako i bez njega, **Voichita**, 2001, **Dutta i sar.**, 2004.

Pored toga što je bila najprinosnija  $L_4$  je bila i jedina linija sa visokom značajnom vrednošću OKS, što ukazuje na njen potencijal dobrog kombinatora za svojstvo prinosa klipa kukuruza šećerca. Ovo je potvrđeno i visokoznačajnim vrednostima PKS hibridnih kombinacija ove linije sa linijama  $L_1$ ,  $L_2$  i  $L_3$ . Deset od 15 hibridnih kombinacija imalo je značajnu vrednost PKS, što je posledica neaditivnog delovanja gena (Tabela 3).

U pogledu randmana zrna izdvojile su se linije  $L_1$  i  $L_2$  sa visokoznačajnim vrednostima OKS, dok je vrednost PKS bila značajna samo za dve hibridne kombinacije  $L_2 \times L_1$  i  $L_5 \times L_2$ . Manji broj značajnih vrednosti PKS posledica je preovlađujućeg aditivnog delovanja gena na ispoljavanje ove osobine (Tabela 4).

Tabela 1. Prosečne vrednosti i rangovi samooplodnih linija i hibrida kukuruza šećerca za prinos klipa (t/ha) i randman zrna (%)  
Average Estimates and Ranks of Inbred Lines and Hybrid Combinations for Ear Yield (t ha<sup>-1</sup>) and Shelling Percentage (%)

Linije Inbred lines	Prinos - Yield		Randman - % - Shelling	
	t/ha	Rang - Rank	%	Rang - Rank
L <sub>1</sub>	4,01	3	63,94	1
L <sub>2</sub>	3,35	6	58,81	5
L <sub>3</sub>	3,86	5	63,23	2
L <sub>4</sub>	7,52	1	59,20	4
L <sub>5</sub>	5,72	2	57,22	6
L <sub>6</sub>	3,94	4	61,16	3
Prosek - Average	4,73		60,59	
LSD <sub>0,05</sub>	1,17		3,71	
Hibridne kombinacije Hybrid combinations				
L <sub>2</sub> x L <sub>1</sub>	11,18	6	71,43	1
L <sub>3</sub> x L <sub>1</sub>	8,00	15	65,25	7
L <sub>4</sub> x L <sub>1</sub>	11,87	2	65,29	6
L <sub>5</sub> x L <sub>1</sub>	9,03	14	64,28	9
L <sub>6</sub> x L <sub>1</sub>	9,99	10	64,71	8
L <sub>3</sub> x L <sub>2</sub>	10,50	8	68,16	2
L <sub>4</sub> x L <sub>2</sub>	13,39	1	67,49	4
L <sub>5</sub> x L <sub>2</sub>	11,27	4	67,78	3
L <sub>6</sub> x L <sub>2</sub>	11,39	3	66,01	5
L <sub>4</sub> x L <sub>3</sub>	11,18	5	62,35	10
L <sub>5</sub> x L <sub>3</sub>	10,32	9	57,42	15
L <sub>6</sub> x L <sub>3</sub>	9,55	11	62,21	12
L <sub>5</sub> x L <sub>4</sub>	9,11	12	62,28	11
L <sub>6</sub> x L <sub>4</sub>	10,77	7	61,05	14
L <sub>6</sub> x L <sub>5</sub>	9,05	13	61,71	13
Prosek Average	10,44		64,50	
LSD <sub>0,05</sub>	1,86		4,45	

Tabela 2. ANOVA kombinacionih sposobnosti za prinos klipa i randman zrna kod kukuruza šećerca  
ANOVA of Combining Abilities for Ear Yield and Shelling Percentage in Sweet Maize

Izvori varijacije Sources of Variation	Stepeni slobode d.f.	Prinos klipa Ear yield	Randman zrna Shelling %
OKS - PKS	5	3,63**	19,50**
GCA - SCA	15	10,69**	11,46**
Greška - Error		0,375	2,22
OKS - PKS		0,34	1,70
GCA - SCA			

Tabela 3. Vrednosti OKS (po dijagonalni) i PKS i standardne greške (SE) za prinos klipa GCA (diagonalni), SCA and Standard Error (SE) for Ear Yield

	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>	L <sub>6</sub>	SE PKS/OKS SE GCA/SCA
L <sub>1</sub>	<b>-0,45</b>	2,47**	0,19	2,29**	0,85	2,01*	
L <sub>2</sub>		<b>0,35</b>	1,90*	3,03**	2,29**	2,62**	
L <sub>3</sub>			<b>-0,55</b>	1,71*	2,24*	1,67*	0,75
L <sub>4</sub>				<b>1,21**</b>	-0,73	1,13	
L <sub>5</sub>					<b>-0,18</b>	0,81	
L <sub>6</sub>						<b>-0,38</b>	<b>0,31</b>

\*,\*\* - apsolutna vrednost 2, odnosno 3 puta veća od SE

\*,\*\* - absolute estimate is two-, i.e. threefold higher than SE

Tabela 4. Vrednosti OKS (po dijagonalni) i PKS i standardne greške (SE) za randman zrna GCA (diagonalni), SCA and Standard Error (SE) for Shelling Percentage

	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>	L <sub>6</sub>	SE PKS/OKS SE GCA/SCA
L <sub>1</sub>	<b>1,90*</b>	4,30*	0,20	0,86	0,97	0,14	
L <sub>2</sub>		<b>1,85*</b>	3,15	3,10	4,15*	1,48	
L <sub>3</sub>			<b>-0,27</b>	0,05	-3,76*	-0,24	1,82
L <sub>4</sub>				<b>-0,85</b>	1,72	-0,77	
L <sub>5</sub>					<b>-1,97*</b>	1,01	
L <sub>6</sub>						<b>-0,71</b>	<b>0,74</b>

\*,\*\* - apsolutna vrednost 2, odnosno 3 puta veća od SE

\*,\*\* - absolute estimate is two-, i.e. threefold higher than SE

### Zaključak

Na osnovu rezultata dijalelne analize šest samooplodnih linija kukuruza šećerca za osobine prinosa klipa i randmana zrna dobijeni su sledeći rezultati:

Prosečne vrednosti prinosa klipa kukuruza samooplodnih linija bile su 2-3 puta manje od njihovih hibridnih kombinacija. Prosečne vrednosti randmana zrna linija bile su takođe niže od hibridnih kombinacija, ali ne u toj meri kao kod prinosa klipa. Najprinosnija linija L<sub>4</sub> bila je komponenta dva najprinosnija hibrida, a linija L<sub>1</sub> sa najvećim randmanom bila je komponenta hibrida sa najvećim randmanom. Između posmatranih genotipova utvrđena je visoko značajna pozitivna korelacija (0,58\*\*) za ova dva svojstva, ukazujući na to da prinosniji genotipovi imaju i veći randman zrna i obratno.

Analizom varijanse kombinacionih sposobnosti utvrđeno je da je za ispoljavanje svojstva prinos klipa presudno neaditivno, dok je za randman zrna odlučujuće aditivno

delovanje gena. S obzirom na ovo 10 od 15 hibridnih kombinacija imalo je značajne vrednosti PKS za prinos klipa, dok je u slučaju randmana zrna samo dva genotipa imalo značajne vrednosti PKS.

### *Napomena*

Istraživanja iz ovog rada izvršena su u okviru Projekta TR-20003 Ministarstva za nauku i tehnologije Republike Srbije.

### **Literatura**

- Beck, D.L., S.K. Vasal** and **J. Carossa** (1990): Heterosis and combining ability of CIMMYT's tropical early and intermediate maturity maize (*Zea mays* L.) germplasm. *Maydica* 35: 279-285.
- Dick, J.A.** (1987): Genetic Analysis, ed. Ontario Agricultural College, Guelph, Canada.
- Dutta, A., H.S. Prodhana** and **B.K. Chaudhury** (2004): Combining ability for yield along with some other qualitative and quantitative characters in sweet corn. *Environ. Ecol.* 22: 543-546.
- Griffing, B.** (1956): Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Aust. J. Biol. Sci.* 9: 463-93.
- Hallauer, A.R.** and **J.B. Miranda** (1995): Quantitative Genetics in Maize Breeding, 2<sup>nd</sup> ed. Iowa State Univ. Press, Ames, IA, USA.
- Pajić, Z.** i **M. Radosavljević** (1984): Proučavanje genotipskih komponenata prinosa klipa i ugljenohidratnog sastava zrna kukuruza šećerca (*Zea mays* L. var. *saccharata*). *Arh. poljopr. nauke* 45 (160): 414-426.
- Pajić, Z., J. Vančetović** i **M. Radosavljević** (2005): Hibridi kukuruza specifičnih svojstava za industrijsku preradu. *Čas. proces. teh. energ. poljopr.* 9 (1-2): 18-21.
- Tracy, W.F.** (1990): Potential of field corn germplasm for the improvement of sweet corn. *Crop Sci.* 30: 1041-1045.
- Tracy, W.F.** (1994): Sweet Corn. In: *Speciality Corns*, ed. CRC. Press Inc. Ames, Iowa, USA.
- Voichita, H.** (2001): Heritability of some traits in sweet corn. *Buletinul Universitatii de Stiinte Agricole si Medicina Veterinara Cluj-Napoca, Seria Horticultura* 55: 56.
- Zar, J.H.** (1999): *Biostatistical Analysis*, 4<sup>th</sup> edition, Prentice-Hall, Inc., New Jersey, USA.

Primljeno: 01.10.2010.

Odobreno: 28.10.2010.

\* \*  
\*

## **Inheritance and a Correlation between Ear Yield and Shelling Percentage in Sweet Maize (*Zea mays* L. *saccharata*)**

- Original scientific paper -

Jelena SRDIĆ and Zorica PAJIĆ  
Maize Research Institute, Zemun Polje, Belgrade-Zemun

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

In the present study, the mode of inheritance and combining abilities of six sweet maize inbred lines for ear yield and shelling percentage were observed by the method of diallel analysis. Estimates of general (GCA) and specific (SCA) combining abilities were highly significant ( $p < 0.01$ ) for both observed traits. Dominant gene effects were more significant for ear yield, while additive gene effects were more important for shelling percentage. Significant GCA for ear yield was observed only for L<sub>4</sub>, which also showed high potential in hybrid combinations with significant SCA estimates. For shelling percentage, significant GCA estimates were observed for L<sub>1</sub> and L<sub>2</sub>, and these inbreds were also components of hybrids with significant SCA estimates.

The correlation between ear yield and shelling percentage was highly significant (0.58<sup>\*\*</sup>) among observed genotypes, showing a positive, medium high correlation and pointing out to the fact that high yielding genotypes also have high shelling percentage and vice versa.

Received: 01/10/2010

Accepted: 28/10/2010

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

*Adresa autora:*

Jelena SRDIĆ  
Institut za kukuruz "Zemun Polje"  
Slobodana Bajića 1  
11185 Beograd-Zemun  
Srbija  
E-mail: jsrdic@mrizp.rs