

**KOMBINACIJSKE SPOSOBNOSTI I UČINAK GENA ZA MASU 1000 ZRNA I
HEKTOLITARSKU MASU KOD SUNCOKRETA (*Helianthus annuus* L.)**

A. MIJIĆ, M. KRIZMANIĆ, I. LIOVIĆ, M. BILANDŽIĆ,
T. DUVNJAK, Z. ZDUNIĆ, Daniela HORVAT i G. KRIZMANIĆ

Poljoprivredni institut Osijek
Agricultural Institute Osijek

SAŽETAK

Masa 1000 zrna i hektolitarska masa su svojstva kojima se u oplemenjivačkom programu na suncokretu u Poljoprivrednom institutu Osijek poklanja značajna pozornost. Važan segment kod izbora poželjnih linija za navedena svojstva predstavlja procjena općih (OKS) i specifičnih (SKS) kombinacijskih sposobnosti, učinaka gena te izdvajanje najboljih hibridnih kombinacija. Istraživanjem je obuhvaćeno 6 inbred linija, 15 dvolinijskih križanaca, 15 eksperimentalnih trolinijskih križanaca i tri priznata hibrida. U procjeni kombinacijskih sposobnosti korištena je Griffingova analiza dialelnih križanja. Najvećom masom 1000 zrna u prvoj godini istraživanja (1999) ističe se 5A x 302 B, a u drugoj godini (101A x 103B) x RH- 28 i Fakir. Najviše vrijednosti hektolitarske mase u prvoj godini imali su križanci 5A x 103B i 5A x 302B, a u drugoj (272A x 302B) x RH- 28 i Olio. Linija L-5 ostvarila je najveće učinke OKS za oba istraživana svojstva, a pored nje dobar opći kombinator za masu 1000 zrna je linija L-103. Najbolje kombinacije za masu 1000 zrna su 5A x 302B i 101A x 103B. Učinci SKS za hektolitarsku masu nisu bili značajni. Veći je udio genetske u odnosu na okolinsku, te aditivne u odnosu na dominantnu varijancu za masu 1000 zrna.

Ključne riječi: suncokret, linija, hibrid, kombinacijske sposobnosti

UVOD

Oplemenjivanje suncokreta na znanstvenim temeljima se veže uz početak 20. stoljeća kada u Rusiji započinje stvaranje sorata prema utvrđenim programima (Š k o r i ć, 1989.). Otkrićem citoplazmatske sterilnosti i restauratora fertilnosti 70-ih godina prošlog stoljeća počelo je i kod suncokreta praktično korištenje fenomena heterozisa, koje danas ide u pravcu stvaranja dvolinijskih

hibrida (SC) i trolinijskih (TWC) hibrida primarno uljnog tipa (M a r i n k o v i ć i sur. 2003; V r a t a r i ć i S u d a r i ć, 2004.).

Pri stvaranju hibrida neophodno je dobro poznavati agroekološke uvjete područja uzgoja hibrida (tip tla, obskrbljenost hranivima, količine i raspored oborina, temperature tla i zraka, nivo primjenjene agrotehnike) i sukladno tome definirati ciljeve, odnosno postaviti željeni model za odgovarajuće agroekološko područje, izdvojiti najvažnija svojstva koja će biti predmet istraživanja. Važna svojstva u oplemenjivačkim programima u svijetu su masa 1000 zrna i hektolitarska masa. Njima se i u projektima Poljoprivrednog instituta Osijek poklanja velika pozornost. Ova svojstva važan su pokazatelj kakvoće materijala s kojim radimo, te stoga interesantni kako oplemenjivačima, tako i sjemena-rima. Prema D h a r m a l i n g a m i B a s u (1989) i A h m a d (2001.) veličina sjemena ima značajan utjecaj na poljsko nicanje, kao i na prinos sjemena po jedinici površine. Iako se klijavost sjemena različitih veličina značajno ne razlikuje, značajno je veće poljsko nicanje, ali i vigor sjemena kod velikog i srednjeg sjemena u odnosu na malo sjeme.

Hektolitarska masa je važna u doradi sjemena. U pravilu, niža hektolitarska masa upućuje na lošiju sjemensku robu, ali i tehnološku kakvoću sjemenske mase (K o l a k, 1994). Također je poznato je da postoji pozitivna korelacija između hektolitarske mase i prinosa zrna i ulja kao najvažnijih agronomskih svojstava. (K r i z m a n i ć i sur. 2003).

Ispitivanje kombinacijskih sposobnosti je neophodan segment oplemenjivačkog procesa jer se na osnovu poznavanja svojstava roditelja ne može pretpostaviti njihovo ponašanje u hibridima. Razlikujemo opće kombinacijske sposobnosti (OKS) i specifične kombinacijske sposobnosti (SKS). Također je bitno poznavati i odnose genetske i okolinske varijance, te stupanj aditivnosti ili dominantnosti. Velika genetska varijanca, uz visok udio aditivne komponente govori da će potomstvo u velikoj mjeri biti kao roditelji.

U ovom radu procijenjene su opće i specifične kombinacijske sposobnosti, te učinci gena, a također izdvojene su najbolje linije i kombinacije križanja važne za daljnji oplemenjivački rad.

MATERIJAL I METODIKA

Opis pokusa

Dialelno križanje (6 x 6) bez recipročnih kombinacija obavljeno je 1998. godine na polju Poljoprivrednog instituta Osijek. Dobiveni eksperimentalni materijal (petnaest križanaca) posijan je 1999. godine po slučajnom bloknom rasporedu u četiri ponavljanja na dva lokaliteta, Osijek (plodno smeđe tlo) i Đakovo (ritska crnica). Oko pokusa je posijana linija (restorer fertilnosti) RH-28.

Sljedeće, 2000. godine, 15 trolinijskih hibrida iz križanja 1999. godine i tri priznata hibrida Poljoprivrednog instituta Osijek, posijani su ručno po slučajnom bloknom rasporedu u četiri ponavljanja na dva lokaliteta, Osijek i Đakovo. Na obračunskoj parceli analizirano je 40 biljaka. Masa 1000 zrna određena je brojačem zrna Contador Pfeuffer CE, te preciznom vagom Mettler Toledo PB 1502-S. Hektolitarska masa određena je uređajem Dickey John, model GAC 2000 grain analysis computer.

Biometrijske analize

Procjena genetske varijance (V_G) u ukupnoj fenotipskoj varijanci (V_P) između hibrida F_1 generacije na pojedinačnim parcelicama u pokusu obavljena je po metodici *S i n g h i sur.* (1993). Analiza kombinacijskih sposobnosti obavljena je prema *G r i f f i n g u* (1956), metoda IV, model I. Razlike između učinaka kombinacijskih sposobnosti testirane su na osnovu standardnih pogrešaka prema *S i n g h u i C h o n d h a r y u* (1974), kao i izračunavanje aditivne (V_A) i dominantne (V_D) varijance koje je izvršeno na osnovu rezultata općih (OKS) i specifičnih (SKS) kombinacijskih sposobnosti. Značajnost razlika između srednjih vrijednosti hibrida je testirana LSD testom, u prvoj godini u odnosu na prosjek pokusa, a u drugoj u odnosu na komercijalni hibrid Orion koji je standard za priznavanje hibrida suncokreta.

Analiza dialelnog plana križanja obavljena je pomoću programa za simulaciju i analizu dialelnog plana križanja (*B u r o w i C o o r s*, 1994), MSTAT-a C i SAS System Software.

REZULTATI I RASPRAVA

Masa 1000 zrna

Analiza varijance ukazuje na vrlo značajne razlike između pojedinih hibrida na oba lokaliteta 1999. godine (Tablica 1). Prosječne vrijednost mase 1000 zrna iznosila je u Osijeku 56.9 g, a u Đakovu 54.9 g (Tablica 2). Najmanju vrijednost mase 1000 zrna u Osijeku imao je križanac 101A x 302B na oba lokaliteta (45.6 g u Osijeku i 42.3 g u Đakovu), a najveću križanac 5A x 103B također na oba lokaliteta (72.6 g u Osijeku i 64.7 g u Đakovu). U Osijeku su vrlo značajno veću ($P < 0.01$) masu 1000 zrna od prosjeka imala četiri križanca (5A x 103B, 5A x 101B, 5A x 272B i 5A x 302B), a značajno veću ($P < 0.05$) dva križanca (101A x 103B i 5A x 219B). U Đakovu su vrlo značajno veću masu 1000 zrna imala četiri križanca (5A x 103B, 101A x 103B, 5A x 272B i 5A x 219B), a značajnu jedan (5A x 101B). Vrlo značajno nižu masu 1000 zrna u Osijeku imalo je šest križanaca, a u Đakovu četiri, a značajno nižu jedan.

Tablica 1. Varijance za istraživana svojstva po lokalitetima, 1999. godina
Table 1. Variance for investigated traits per locations, 1999 year

Izvori variranja Variability source	Stupnjevi slobode Degrees of freedom	Masa 1000 zrna 1000 seed weight(g)		Hektolitarska masa Hectoliter mass (kg)	
		Osijek	Đakovo	Osijek	Đakovo
Repeticije Repetition	3	58.49 ^{n.s.}	21.02 ^{n.s.}	8.21 ^{n.s.}	0.32 ^{n.s.}
Hibrid - Hybrid	14	261.35**	199.78**	53.01**	33.09**
Pogreška - Error	42	6.84	11.69	5.33	1.66

** - F test značajan na razini $P < 0.01$ / F test significant at level $P < 0.01$

^{n.s.} - značajnost nije utvrđena / non significant

Tablica 2. Prosječne vrijednosti istraživanih svojstava po lokalitetima, 1999. godine
Table 2. Average values investigated traits per locations, 1999 year

Križanac - Cross	Masa 1000 zrna 1000 seed weight(g)		Hektolitarska masa Hectoliter mass (kg)	
	Osijek	Đakovo	Osijek	Đakovo
5A x 101B	66.9**	61.0*	41.8**	41.6**
5A x 103B	72.6**	64.7**	43.1**	41.9**
5A x 219B	60.6*	62.1**	40.5*	41.7**
5A x 272B	65.5**	62.5**	39.7	41.8**
5A x 302B	65.3**	58.0	42.3**	42.9**
101A x 103B	60.7*	63.0**	36.7	36.1 ⁻
101A x 219B	51.1 ⁻	48.3 ⁻	36.0	35.8 ⁻
101A x 272B	50.3 ⁻	47.9 ⁻	32.6 ⁻	36.0 ⁻
101A x 302B	45.6 ⁻	42.3 ⁻	35.1	37.5
103A x 219B	56.3	57.4	35.4	35.5 ⁻
103A x 272B	56.5	54.6	33.8	36.9
103A x 302B	55.4	52.0	36.7	37.8
219A x 272B	50.0 ⁻	54.6	35.2	36.5
219A x 302B	48.3 ⁻	46.3 ⁻	32.1 ⁻	37.2
272A x 302B	48.7 ⁻	48.5 ⁻	33.2 ⁻	34.8 ⁻
Prosjek - Mean	56.9	54.9	36.9	38.3
LSD 0.05	3.7	4.9	3.3	1.8
LSD 0.01	5.0	6.5	4.4	2.5

** ,⁻ - F test značajan na razini $P < 0.01$ / F test significant at level $P < 0.01$

* ,⁻ - F test značajan na razini $P < 0.05$ / F test significant at level $P < 0.05$

Analiza dialenih križanja pokazuje da između istraživanih linija postoje vrlo značajne razlike u općim kombinacijskim sposobnostima na oba lokaliteta, a u specifičnim na lokalitetu Đakovo. Značajne razlike između pojedinih linija za SKS su konstatirane u Osijeku (Tablica 3).

Tablica 3. Varijance OKS i SKS za istraživana svojstva po lokalitetima, 1999. godine

Table 3. GCA and SCA variance for investigated traits per locations, 1999 year

Izvori variranja Variability source	Stupnjevi slobode Degrees of freedom	Masa 1000 zrna 1000 seed weight (g)		Hektolitarska masa Hectoliter mass (kg)	
		Osijek	Đakovo	Osijek	Đakovo
OKS	5	699.78**	480.78**	136.44**	87.44**
SKS	9	17.78*	43.68**	6.66 ^{n.s.}	2.90 ^{n.s.}
Pogreška - Error	42	1.71	2.92	1.33	0.42

** - F test značajan na razini $P < 0.01$ / F test significant at level $P < 0.01$

* - F test značajan na razini $P < 0.05$ / F test significant at level $P < 0.05$

n.s. - značajnost nije utvrđena / non significant

Analiza OKS (Tablica 4) pokazuje da su vrlo značajan pozitivan učinak za masu 1000 zrna pokazale linije L-5 i L-103 na oba lokaliteta. Vrlo značajne negativne učinke OKS imale su linije L-302 i L-101 na oba lokaliteta, te linije L-219 i L-272 u Osijeku. Negativne, ali ne i značajne vrijednosti za masu 1000 zrna imale su linije L-219 i L-272 u Đakovu. Linije L-5 i L-103, kao dobre opće kombinatore treba svakako uključiti u oplemenjivanje ovog svojstva.

Tablica 4. Učinci OKS za istraživana svojstva po lokalitetima, 1999. godine

Table 4. GCA effect for investigated traits per locations, 1999 year

Linija Line	Masa 1000 zrna 1000 seed weight (g)		Hektolitarska masa Hectoliter mass (kg)	
	Osijek	Đakovo	Osijek	Đakovo
L- 5	11.56**	8.46**	5.66**	4.73**
L- 101	-2.53 ⁻	-2.97 ⁻	-0.64	-1.01 ⁻
L- 103	4.24**	4.33**	0.25	-0.71 ⁻
L- 219	-4.56 ⁻	-1.41	-1.39 ⁻	-1.29 ⁻
L- 272	-3.38 ⁻	-1.58	-2.54 ⁻	-1.27 ⁻
L- 302	-5.33 ⁻	-6.83 ⁻	-1.33 ⁻	-0.44
Se [g (i)]	0.60	0.78	0.53	0.29
LSD 0.05	1.21	1.58	1.07	0.59
LSD 0.01	1.62	2.11	1.43	0.78

Vrlo značajan pozitivan učinak SKS imao je križanac 101A x 103B u Đakovu, a značajne 5A x 302B u Osijeku i 219A x 272B u Đakovu (Tablica 5.). Pozitivne učinke SKS, ali ne i značajne imalo je još 7 križanaca u Osijeku i 5 u Đakovu. Vrlo značajne negativne vrijednosti SKS imala su dva križanca u Osijeku, a značajne dva križanca u Đakovu. Pet križanaca u Osijeku i šest križanaca u Đakovu imalo je negativne vrijednosti.

Tablica 5. Učinci SKS za istraživana svojstva po lokalitetima, 1999. godine

Table 5. SCA effects for investigated traits per locations, 1999 year

Križanac Cross	Masa 1000 zrna 1000 seed weight (g)		Hektolitarska masa Hectoliter mass (kg)	
	Osijek	Đakovo	Osijek	Đakovo
	5A x 101B	0.92	0.63	-0.16
5A x 103B	-0.12	-2.97	0.27	-0.32
5A x 219B	-3.34	0.15	-0.74	0.09
5A x 272B	0.43	0.71	-0.38	0.14
5A x 302B	2.12*	1.49	1.01	0.44
101A x 103B	2.04	6.81**	0.12	-0.39
101A x 219B	1.27	-2.22	1.06	-0.08
101A x 272B	-0.74	-2.41	-1.16	0.05
101A x 302B	-3.49	-2.81	0.13	0.77
103A x 219B	-0.27	-0.37	-0.41	-0.70
103A x 272B	-1.23	-3.06	-0.80	0.68
103A x 302B	-0.41	-0.41	0.81	0.72
219A x 272B	1.05	2.74*	2.19	0.88
219A x 302B	1.30	-0.29	-2.10	-0.19
272A x 302B	0.49	2.02	0.16	-1.74
Se [s (i,j)]	1.01	1.32		
LSD 0.05	2.04	2.67		
LSD 0.01	2.73	3.56		

Linije dobrih OKS su u križanju dale značajne negativne učinke SKS. Primjer je križanac 5A x 103B koji je dao značajno negativne učinke SKS iako je nastao križanjem linija koje imaju vrlo značajno visoke pozitivne učinke OKS. Na osnovu analize učinaka OKS i SKS može se zaključiti da je najveću vrijednost SKS ostvario križanac 101A x 103B kojeg čine jedna linija pozitivnog i jedna linija negativnog učinka OKS što je u suglasnosti sa istraživanjima Goksoya i sur. (2000).

Analiza komponenti varijance u Tablici 6. pokazuje da je udio genetske varijance znatno veći od okolinske u ukupnoj fenotipskoj varijanci. Naročito je to izraženo u Osijeku. Za oplemenjivača je to važan podatak, budući da velika genetska varijanca, uz pretpostavku visokog učešća aditivne komponente, a mala okolinska varijanca za neko svojstvo znači da će potomstvo u velikoj mjeri biti kao roditelji, te je i oplemenjivanje na to svojstvo sigurnije (B o r o j e v i ć, 1976). Daljnje rasčlanjivanje genetske varijance na aditivnu i dominantnu pokazuje da je u nasljeđivanju ovoga svojstva učestvovala i jedna i druga komponenta, ali je udio aditivne znatno veći, što upućuje da se selekcija može vršiti u ranijim generacijama te se procjena toga svojstva može temeljiti na manjem broju okolina. Sličan udio aditivne komponente dobili su P a t t (1966), R a o i S i n g h (1977), te B a j a j i sur. (1997). Za razliku od njih M a r i n - k o v i ć i Š k o r i ć (1985), G o k s o y i sur., (1999), G o k s o y i sur., (2000), K h a n i i sur., (2005) ističu da je neaditivna komponenta genetske varijance bila veća .

Tablica 6. Komponente varijance za istraživana svojstva po lokalitetima, 1999. godine

Table 6. Variance components for investigated traits per locations, 1999 year

Komponente varijance Variance components	Osijek	Đakovo
V _P	52.20	47.01
V _E	6.84	11.69
V _G	45.36	35.32
V _{OKS G}	42.63	27.32
V _{SKS G}	2.73	8.00
V _A	85.25	54.64
V _D	2.73	8.00

Prosječne vrijednosti mase 1000 zrna (2000. godina) u Osijeku su 62.9 g, a u Đakovu 56.9 g. Od standarda značajno ne odstupaju niti jedan hibrid u Osijeku. Veće vrijednosti imalo je 7 hibrida, a ističu se (101A x 103B) x RF-28 i (5A x 272B) x RF-28. U Đakovu su veću masu 1000 zrna od standarda imala dva hibrida [Olio i (272A x 302B) x RH- 28]. Vrlo značajno niže vrijednosti su kod dva hibrida, a značajno niže kod tri (Tablica 7).

Niz autora se bavilo ovom problematikom. Tako P u s t a v o j t (1969) u istraživanjima dolazi do zaključka da sjetvom sjemena sa većom masom 1000 zrna ostvaruje i veći prinos zrna za 100 do 200 kg/ha. M o r o z o v (1970. prema M a r i n k o v i ć i sur., 2003) ističe da povećanje mase 1000 zrna za samo jedan gram dovodi do povećanja prinosa za 40 g/kg. P r o k o f j e v i H o l o d o v a (1967), te V r a t a r i ć i S u d a r i ć (2004) naglašavaju različite vrijednosti mase 1000 zrna unutar jedne glave po zonama, tako da se

u jednoj normalnoj godini ona smanjuje od krajnje, periferne zone prema centralnoj zoni. K o l a k (1994) veći vigor sjemena povezuje sa masom 1000 zrna. Nedovoljno zrelo sjeme, polijeganje usjeva i suša dovode do slabijeg nalijevanja sjemena, a time i do smanjenja mase 1000 zrna. K r i z m a n i ć i M a r t i n Ć i ć (1996) smatraju da u našim agroekološkim uvjetima treba težiti masi 1000 zrna preko 80 g.

Tablica 7. Prosječne vrijednosti istraživanih svojstava po lokalitetima, 2000. godine

Table 7. Average values for investigated traits per locations, 2000 year

Hibrid - Hybrid	Masa 1000 zrna 1000 seed weight (g)		Hektolitarska masa Hectoliter mass (kg)	
	Osijek (n.s.)	Đakovo	Osijek (n.s.)	Đakovo
	(5A x 101B) x RH-28	61.1	58.1	39.2
(5A x 103B) x RH-28	62.1	56.1	39.0	37.7
(5A x 219B) x RH-28	60.4	54.7	35.9	36.6
(5A x 272B) x RH-28	66.4	57.9	36.2	37.3
(5A x 302B) x RH-28	61.4	55.9	40.3	37.9
(101A x 103B) x RH-28	66.8	53.8 ⁻	36.9	34.1 ⁻
(101A x 219B) x RH-28	63.7	53.7 ⁻	39.1	33.8 ⁻
(101A x 272B) x RH-28	61.5	58.3	37.5	35.6 ⁻
(101A x 302B) x RH-28	61.3	55.1 ⁻	36.1	35.1 ⁻
(103A x 219B) x RH-28	62.5	54.9 ⁻	36.9	35.2 ⁻
(103A x 272B) x RH-28	65.0	55.2	39.3	35.7 ⁻
(103A x 302B) x RH-28	61.5	56.2	35.8	36.4 ⁻
(219A x 272B) x RH-28	61.3	57.7	40.4	34.0 ⁻
(219A x 302B) x RH-28	61.7	56.9	37.6	36.6 ⁻
(272A x 302B) x RH-28	63.4	59.2	40.6	33.9 ⁻
Fakir	64.4	62.3	36.5	36.5 ⁻
Orion	62.8	58.9	40.0	38.4
Olio	64.8	59.6	38.3	39.7
Prosjeak - Mean	62.9	56.9	38.1	36.2
LSD 0.05		3.8		1.6
LSD 0.01		5.0		2.2

**,- F test značajan na razini P<0.01/ F test significant at level P<0.01

*,- F test značajan na razini P<0.05/ F test significant at level P<0.05

^{n.s.}- značajnost nije utvrđena/ non significant

Varijabilnost ovog svojstva po pojedinim lokalitetima u jednoj godini ukazuju da pored genotipa (hibrida) značajan utjecaj na ovo svojstvo ima okolina. Ovo svojstvo jedno je od najvažnijih komponenti prinosa zrna i ulja (K r i z m a n i ć i sur., 2003).

Hektolitarska masa

U prvoj godini istraživanja dvolinijski hibridi su se značajno razlikovali u hektolitarskoj masi na oba lokaliteta (Tablica 1). Prosječna hektolitarska masa bila je u rasponu od 32.1 kg kod križanca 219A x 302B do 43.1 kg kod križanca 5A x 103B u Osijeku. Najmanja srednja vrijednost za hektolitarsku masu u Đakovu iznosila je 34.8 kg kod križanca 272A x 302B, a najveća 42.9 kod križanca 5A x 302B (Tablica 2).

Vrlo značajno veću hektolitarsku masu u odnosu na prosjek pokusa imali su križanci 5A x 302B, 5A x 103B i 5A x 101B u Osijeku, a u Đakovu 5A x 302B, 5A x 103B, 5A x 272B, 5A x 219B i 5A x 101B. Značajno veću hektolitarsku masu u Osijeku imao je križanac 5A x 219B. Vrlo značajno nižu hektolitarsku masu u odnosu na prosjek pokusa imao je križanac 219A x 302B u Osijeku i križanci 272A x 302B i 103A x 219B u Đakovu. Značajno niže vrijednosti imala su dva križanca u Osijeku, a u Đakovu tri. (Tablica 5).

Analiza dialenih križanja na oba lokaliteta pokazuje da između istraživanih linija u OKS postoje, a u SKS ne postoje značajne razlike. (Tablica 3).

Analiza vrijednosti OKS (Tablica 4) za samooplodne linije koje su uključene u istraživanje pokazuje da je vrlo značajan pozitivan učinak ostvarila linija L-5 na oba lokaliteta. Vrlo značajne negativne učinke OKS imala je linija L-272 na oba lokaliteta, te linije L-219 i L-101 u Đakovu. Značajno negativne OKS vrijednosti imale su linije L-219 i L-302 u Osijeku i linija L-103 u Đakovu. Pozitivnu, ali ne i značajnu OKS ostvarila je linija L-103 u Osijeku, a negativnu L-302 u Đakovu. Za daljnji oplemenjivački rad na svojstvu hektolitarska masa potrebno je uzeti liniju koja je najbolji opći kombinator (L-5).

Budući da ne postoje značajne razlike u učincima SKS na oba lokaliteta može se samo konstatirati da križanac 219A x 272B ima najveću pozitivnu vrijednost (2.19), a križanac 219A x 302B najveću negativnu vrijednost (-2.10) u Osijeku. Najveću pozitivnu OKS u Đakovu imao je križanac 101A x 302B (0.77), a negativnu 272A x 302B (-1.74) (Tablica 5).

Procjena komponenti varijance nije izvršena budući da ne postoje značajne razlike u SKS niti na jednom lokalitetu.

U 2000 godini na lokalitetu Osijek 3 hibrida imala su veću hektolitarsku masu od standarda, ali bez statističke opravdanosti [(272A x 302B) x RF-28, (219A x 272B) x RF-28 i [(5A x 302B) x RF-28]]. U Đakovu se hektolitarskom masom isticao hibrid Olio. Osam hibrida je imalo vrlo značajno manju hektolitarsku masu od standarda, a četiri značajno manju. Prosječna hektolitarska masa u Osijeku iznosila je 38.1 kg, a u Đakovu 36.2 kg (Tablica 7).

Iz Tablica 2. i 7. se može uočiti varijabilnost različitih genotipova na jednom lokalitetu, ali i jednog genotipa na različitim lokalitetima. To se može objasniti time što se radi o kvantitativnom svojstvu čija je ekspresija pod jakim utjecajem okoline, odnosno njihove međusobne složene interakcije.

U samom početku znanstvenog oplemenjivanja suncokreta Pustavojt je isticao važnost hektolitarske mase u oplemenjivanju suncokreta, te isticao važnost ocjenjivanja selekcijskog materijala na ovo svojstvo (prema M a r i n - k o v i ć, 1984). Plodnost tla, ishrana, oborine, temperature i sl. izravno utječu na bolju ili lošiju kvalitetu sjemena. Hektolitarska masa je jedna od važnih komponenti prinosa zrna i ulja i u većoj ili manjoj mjeri određuje njegovu visinu direktno ili indirektno preko drugih svojstava (G i r i r a j i sur. 1979., K r i z m a - n i ć i sur., 2003). K r i z m a n i ć i M a r t i n č i ć (1996) iznose mišljenje da je optimum kojem treba težiti u oplemenjivanju suncokreta hektolitarska masa od 45 do 50 kg.

ZAKLJUČAK

Na temelju ispitivanja svojstava masa 1000 zrna i hektolitarska masa može se zaključiti sljedeće:

1. Utvrđene su vrlo značajne razlike između hibrida za ispitivana svojstva na oba lokaliteta u prvoj godini istraživanja, a u drugoj godini samo na lokalitetu Đakovo.
2. Utvrđene su vrlo značajne razlike učinaka OKS na oba lokaliteta. Linija L-5 ostvarila je najveće učinke OKS za oba istraživana svojstva, a dobar opći kombinator za masu 1000 zrna je linija L-103.
3. Utvrđene su značajne razlike učinaka SKS za masu 1000 zrna. Najbolje kombinacije za masu 1000 zrna su 5A x 302B i 101A x 103B. Učinci SKS za hektolitarsku masu nisu bili značajni.
4. Veći udio genetske u odnosu na okolinsku varijancu, kao i aditivne u odnosu na dominantnu za masu 1000 zrna upućuje da se selekcija može vršiti u ranijim generacijama i na manjem broju okolina.

COMBINING ABILITIES AND GENE EFFECT FOR 1000 SEED WEIGHT AND HECTOLITER MASS IN SUNFLOWER (*Helianthus annuus* L.)

SUMMARY

Thousand seed weight and hectoliter mass are traits which in sunflower breeding program at Agricultural Institute Osijek is given significant attention. Important part in selection of desirable lines for

mentioned traits presents estimation of general (GCA) and specific (SCA) combining ability, gene effect and selection of the best hybrid combinations. This investigation conducts 6 inbred lines, 15 two-way crosses, 15 experimental three-way crosses and three recognized hybrids. Griffings' analysis of diallel crossing is used in combining ability estimation. The highest 1000 seed weight in first year of investigation (1999) had combination 5A x 302 B, and in second year (101A x 103B) x RH- 28 and Fakir. The highest hectoliter mass values in first year had crosses 5A x 103B and 5A x 302B, and in second (272A x 302B) x RH- 28 and Olio. Line L-5 obtained the highest effects of GCA for both investigated traits, and beside this line, good general combinatory for 1000 seed weight is line L-103. The best combinations for 1000 seed weight are 5A x 302B and 101A x 103B. An effect of SCA for hectoliter mass wasn't significant. Higher is a part of genetic in relation to environmental, and additive in relation to dominant variance for 1000 seed weight.

Key words: sunflower, line, hybrid, combining abilities

LITERATURA - REFERENCES

1. Ahmad, S. 2001. Environmental effects on seed characteristics of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Journal of Agronomy and Crop Science. 187(3): 213-216.
2. Alba, E., Benvenuti, A., Tuberosa, R., Vanzo, G. O. 1979. A path-coefficient analysis of some yield components in sunflower. Helia. 2. 25- 29. Bucharest.
3. Bajaj, R. K., Aujla, K. K., Chahal, G. S. 1997. Combining ability studies in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Crop Improvement. 24 (1). P. 50- 54.
4. Borojević, S., Borojević, K. 1976. Genetika. Univerzitet u Novom Sadu.
5. Burrow, M. D., Coors, J. G. 1994. Diallel: A Microcomputer Program for the Simulation and Analysis of Diallel Crosses. Agron. J., 86: 154-158.
6. Dharmalingam, C., Basu, R. N. 1989. Influence of achene size on germination and vigour potential in sunflower. Seed Research. 17(2): 128-134.
7. Giriraj, K., Vidyasankar, T.S., Venkataram, M. N., Seetharam, S. 1979. Path coefficient analysis of seed yield in sunflower. The Sunflower Newsletter. 4. 10- 12.
8. Goksoy, A. T., Turkec, A., Turan, Z. M. 2000. Heterosis and combining ability in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Indian Journal of Agricultural Sciences. 70 (8). P. 525- 529.
9. Goksoy, A. T., Turkec, A., Turan, Z. M. 1999. Research on determination of superior hybrid combinations in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 23 (1). P. 25- 30.
10. Griffing, B 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crosses. Aust. J. Biol. Sci., 9. 463-493.
11. Griveau, Y., Veau, F., Tersac, M. 2000. Combining abilities of sunflower gene pools issued from crosses between populations and inbred lines. In Proc. 15th Sunflower Conf., Toulouse, France. 12-15 June. 2000. Int. Sunflower Assoc., Paris, France.
12. Khani, M., Daneshian, J., Khaneghah, H.Z., Ghannadha, M. R. 2005. Genetic analysis of yield and yield components using a line-tester cross design in sunflower inbred lines

- under drought stress and no- stress conditions. Iranian Journal of Agricultural Sciences. 36 (2). P. 435- 445.
13. K o l a k, I. 1994. Sjemenarstvo ratarskih i krmnih kultura. Nakladni zavod Globus.
 14. K o v a c i k, A., Š k a l o u d, V. 1972. Combining ability and prediction of heterozis in sunflower. Sci. Agric. Bohem. 4(11):4.
 15. K r i z m a n i ć, M., M a r t i n č i ć, J. 1996. Suncokret (*Helianthus annuus* L.). Str. 309-334. U Kozumplik, V. I Martinčić, J.: Oplemenjivanje bilja. Agronomski fakultet Zagreb i Poljoprivredni fakultet Osijek.
 16. K r i z m a n i ć, M., M i j i ć, A., B i l a n d ž i ć, M., D u v n j a k, T., K r i z m a n i ć, G. 2003. Povezanost uroda ulja s urodom zrna i drugim kvantitativnim svojstvima suncokreta (*Helianthus annuus* L.). Priopćenja 38-og znanstvenog skupa hrvatskih agronoma s međunarodnim sudjelovanjem. 19- 21 veljače 2003. Opatija. Hrvatska.
 17. M a r i n k o v i ć, R. 1984. Način nasljeđivanja prinosa semena i nekih komponenti prinosa u ukrštanjima raznih inbred linija suncokreta. Doktorska disertacija. Novi Sad. Jugoslavija.
 18. M a r i n k o v i ć, R., Š k o r i ć, D. 1985. Inheritance of 1000-seed and hectolitar mass in F_1 sunflowers and components of genetic variability. Zbornik radova. (IFVC) 14:62-71.
 19. M a r i n k o v i ć, R., D o z e t, B., V a s i ć, D. 2003. Oplemenjivanje suncokreta. Monografija. Školska knjiga. Novi Sad.
 20. M o r o z o v, V. K. (1970. On sunflower selection for yield (in Russian). Selekcija i semenovodstvo, No. 18-25.
 21. P r o k o f j e v, A. A., H o l o d o v a, V. P. 1967. O postuplenii asimilatov v korzinku podsolnečnika. Biohemija i fiziologija masličnih rastenij. Majskop.
 22. P u t t, E.D. 1966. Heterosis, combining ability, and predicted synthetics from a diallel cross in sunflowers (*Helianthus annuus* L.). Can. J. Plant Sci. 46:59-67.
 23. R a o, N. M., S i n g, B. 1977. Inheritance of some quantitative characters in the sunflower (*Helianthus annuus* L.). Pan. J. of Research 2(2). 144- 146.
 24. S i n g h, R.K., C h o n d h a r y, B.D. 1974. Biometrical techniques in genetics and breeding. International Bioscience Publishers Hissar, India.
 25. S i n g h, M., C e c c a r e l l i, S., H a m b l i n, J. 1993. Estimation of heritability from varietal trials data. Theor. Appl. Genet, 1993. 86: 437-441.
 26. Š k o r i ć, D. 1989. Dostignuća i dalji pravci u oplemenjivanju suncokreta. Str. 285- 392. U Suncokret (monografija). Nolit Beograd.
 27. V r a t a r i ć, M., S u d a r i ć, A. 2004. Oplemenjivanje i genetika suncokreta. Str. 69- 162. U Suncokret (*Helianthus annuus* L.). Urednik Marija Vratarić. Poljoprivredni institut Osijek.

Adrese autora - Authors' addresses:

dr. sc. Anto Mijić
dr. sc. Miroslav Krizmanić
dr. sc. Ivica Liović
mr. sc. Marijan Bilandžić
dr. sc. Tomislav Duvnjak
dr. sc. Zvonimir Zdunić
dr. sc. Daniela Horvat
Goran Krizmanić, dipl. ing.
Poljoprivredni institut Osijek
The Agricultural Institute Osijek
Južno predgrađe 17. HR-31000 Osijek
Tel. +385 31 515 534
Fax. +385 31 515 509
e-mail: anto.mijic@poljininos.hr

Primljeno-Received:

18. 04. 2006.