

# LINIJA X TESTER ANALIZA U PROCJENI KOMBINATORNIH SPOSOBNOSTI SADRŽAJA ULJA KOD SUNCOKRETA

I. Liović <sup>(1)</sup>, M. Krizmanić <sup>(1)</sup>, A. Mijić <sup>(1)</sup>, M. Bilandžić <sup>(1)</sup>, Antonela Markulj <sup>(1)</sup>, R. Marinković <sup>(2)</sup>, Drena Gadžo <sup>(3)</sup>

Izvorni znanstveni članak

Original scientific paper

## SAŽETAK

U radu su prikazani rezultati analize linija x tester za 15 genotipova suncokreta Poljoprivrednog instituta Osijek. U 2010. godini križane su tri A linije (cms) i tri Rf testera, različitoga sadržaja ulja (niskoga, srednjega i visokoga), u svim kombinacijama (devet križanaca). Sljedeće godine, u poljskim pokusima na dvije lokacije (Karanac i Osijek), posijane su linije, testeri i njihovi križanci. Poslije žetve određen je sadržaj ulja, a na dobivenim podacima provedena je analiza linija x tester. Varianca linija i testera, koja se odnosi na opću kombinatornu sposobnost (OKS), bila je znatno veća od varijance linija x tester, koja se odnosi na specifičnu kombinatornu sposobnost (SKS), što ukazuje na dominantnu ulogu aditivne komponente genetske varijance u nasljeđivanju sadržaja ulja. Između efekata OKS i SKS nisu utvrđene statistički značajne razlike. Na obje lokacije, najveće vrijednosti OKS za sadržaj ulja imala je linija 2 (srednji sadržaj ulja), odnosno tester 6 (visoki sadržaj ulja). Za sadržaj ulja, na obje lokacije (Karanac i Osijek), najveći su doprinos imale linije (57,81 i 51,28 %), zatim testeri (28,88 i 26,27 %), a najmanji njihove interakcije (13,31 i 22,45 %).

**Ključne riječi:** suncokret, sadržaj ulja, linije, testeri, križanci, OKS, SKS

## UVOD

Rad na oplemenjivanju uljnoga suncokreta primarno je usmjeren na stvaranje hibrida što većeg uroda ulja po jedinici površine. Na urod ulja, pored velikog utjecaja uroda zrna, značajan utjecaj ima i sadržaj ulja u zrnu. Sadržaj ulja kvantitativno je svojstvo, na koje veliki utjecaj ima okolina. Varijabilnost toga svojstva pod utjecajem je genetskih, ali i okolinskih faktora (Škorić, 1976.; Mijić i sur., 2008.).

U procesu stvaranja novih hibrida suncokreta, između ostaloga, vrlo je važno utvrditi kombinatorne sposobnosti roditeljskih linija. Jedna od najvažnijih metoda za određivanje kombinatornih sposobnosti linija suncokreta je metoda linija x tester (Marinković, 2005.; Khan i sur., 2009.; Tan, 2010.; Hladni i sur., 2011.).

Ispitivanjem kombinatornih sposobnosti utvrđuje se koje linije najbolje kombiniraju za određeno svojstvo, npr. sadržaj ulja. Analizom pojedinačnih glava suncokreta, utvrđeno je da postoji veliko variranje u sadržaju ulja. Zbog toga se nameće pitanje koje će

linije, s obzirom na sadržaj ulja, dati križance najvećega sadržaja ulja.

Cilj ovoga rada bio je utvrditi kombinatorne sposobnosti tri A linije (cms) i tri Rf testera, različitoga sadržaja ulja (niski, srednji i visoki), primjenom analize linija x tester.

## MATERIJAL I METODE

U 2010. godini križane su tri genetski divergentne A linije (cms) i tri Rf testera niskoga, srednjega i visokoga sadržaja ulja. Linije i testeri stvoreni su u okviru oplemenjivačkoga programa na Poljoprivrednom institutu Osijek. U Tablici 1. navedene su vrijednosti sadržaja ulja roditeljskih genotipova, koji su analizirani i odabrani prethodne godine.

(1) Dr. sc. Ivica Liović (ivica.liovic@poljinos.hr), dr.sc. Miroslav Krizmanić, dr.sc. Anto Mijić, mr.sc. Marijan Bilandžić, Antonela Markulj, mag.ing. agr. – Poljoprivredni institut Osijek, Južno predgrađe 17, 31103 Osijek, Hrvatska, (2) Dr.sc. Radovan Marinković – Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija, (3) Prof.dr.sc. Drena Gadžo – Univerzitet u Sarajevu, Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Zmaja od Bosne 8, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina

**Tablica 1. Prosječne vrijednosti sadržaja ulja (% ST) roditeljskih genotipova**

Table 1. Mean values of oil content (% DM) for parental genotypes

	Genotip Genotype	Sadržaj ulja (% ST) Oil content (% DM)
Linije Lines	1	40,81 (N)
	2	43,29 (S)
	3	46,99 (V)
Tester Testers	4	45,26 (N)
	5	50,14 (S)
	6	55,72 (V)

Sadržaj ulja: N (nizak), S (srednji), V (visok) –  
oil content: N (low), S (medium), V (high)

Poljski su pokusi posijani 2011. godine, prema shemi potpuno slučajnoga bloknoga rasporeda, u tri ponavljanja, na lokacijama Karanac i Osijek. U pokusima je bilo 15 genotipova suncokreta: tri A linije (cms), tri Rf testera i njihovih devet F<sub>1</sub> križanaca. Sjetva je obavljena ručno, na međuredni razmak 70 cm i 24 cm u redu, što odgovara sklopu od približno 60 000 biljaka/ha. Veličina obračunske parcele bila je 5,6 m<sup>2</sup>. Sadržaj ulja u zrnu određen je aparatom MQA 7005 NMR Analyser. Na dobivenim podacima napravljena je analiza varijance (ANOVA) pomoću GLM procedure SAS for Windows 9.1 (SAS Institute, 2003.) softwera. Razlike u sadržaju ulja između pojedinih genotipova testirane su LSD testom. Analiza kombinaturnih sposobnosti napravljena je metodom linija x tester (Singh and Chaudhary, 1977.).

## REZULTATI I RASPRAVA

Analizom varijance genotipova suncokreta u poljskim pokusima utvrđene su statistički značajne razlike ( $P < 0,05$ ) sadržaja ulja između linija, testera i njihovih križanaca na obje lokacije (Tablica 2.). Od križanaca, najveći sadržaj ulja, na obje lokacije, imao je križanac 2x6 (51,93 i 52,68 %), dobiven križanjem linije srednjega sadržaja ulja s testerom visokoga sadržaja ulja.

**Tablica 2. Prosječne vrijednosti sadržaja ulja (% ST) linija, testera i njihovih križanaca**

Table 2. Mean values of oil content (% DM) for lines, testers and their crosses

	Genotip Genotype	Lokalitet – Location	
		Karanac	Osijek
Linije Lines	1	50,31	50,93
	2	51,09	52,24
	3	51,61	51,71
Tester Testers	4	52,43	53,04
	5	52,81	53,43
	6	51,49	52,12
Križanci Crosses	1x4	50,03	51,58
	1x5	50,95	50,37
	1x6	50,69	51,44
	2x4	50,28	50,85
	2x5	51,10	51,72
	2x6	51,93	52,68
	3x4	49,50	50,11
	3x5	49,37	49,97
3x6	50,21	50,84	
Prosjeck – Mean		50,92	51,54
LSD 0,05		1,59	1,38

U analizi linija x tester, analizom varijance utvrđene su statistički značajne razlike između tretmana, roditelja i linija za obje lokacije, između križanaca u Osijeku te između testera u Karancu (Tablica 3.).

**Tablica 3. ANOVA za analizu linija x tester, uključujući roditelje**

Table 3. ANOVA for line x tester analysis including parents

Izvori varijabilnosti Sources of variability	DF	Karanac		Osijek	
		MS	F	MS	F
Ponavljanja – Replications	2	0,45	0,49	1,87	2,76
Tretmani – Treatments	14	3,06	3,38 **	3,27	4,83 **
Roditelji – Parents	5	2,46	2,71 *	2,44	3,60 *
Križanci – Crosses	8	1,97	2,18	2,30	3,40 **
R vs. K – P vs. C	1	14,82	16,35 **	15,18	22,38 **
Linije – Lines	2	4,56	8,69 **	4,73	4,57 *
Tester – Testers	2	2,28	4,34 *	2,42	2,34
L x T – L x T	4	0,52	0,58	1,03	1,53
Pogreška – Error	28	0,91		0,68	

DF=stupnjevi slobode – degrees of freedom; MS=sredina kvadrata – mean square; F=F test – F test

Varijanca linija i testera, koja se odnosi na opću kombinaturnu sposobnost (OKS), bila je znatno veća od varijance linija x tester, koja se odnosi na specifičnu kombinaturnu sposobnost (SKS), što ukazuje na dominantnu ulogu aditivne genetske komponente u nasljeđivanju sadržaja ulja. Slične su rezultate dobili Škorić (1976.), Sindagi i sur. (1979.), Marinković i sur. (2000.), Ortis i sur. (2005.) te Farrokhi i sur. (2008.). Suprotne rezultate dobili su Škorić i sur. (2000.), Hladni i sur. (2006.) te Volotovih i sur. (2008.), koji ukazuju da je u nasljeđivanju sadržaja ulja veći doprinos imala neaditivna komponenta genetske varijance.

Analizom kombinaturnih sposobnosti (Tablica 4.) nisu utvrđene statistički značajne razlike između OKS i SKS efekata u obje analizirane lokacije. Slične su rezultate imali Farrokhi i sur. (2008.). Međutim, gledajući apsolutne vrijednosti efekata OKS, na obje lokacije, najbolji kombinaturni je linija 2 (srednji sadržaj ulja), odnosno tester 6 (visoki sadržaj ulja). To je u skladu s istraživanjima Škorić (1976.), Marinković i sur. (2000.) i Laureti i Del Gatto (2001.).

Od križanaca, najveću vrijednost SKS efekata u Karancu imao je križanac 1x5 (0,371), a u Osijeku križanac 1x4 (0,667).

**Tablica 4. Vrijednosti OKS i SKS efekata**

Table 4. Values of GCA and SCA effects

	Genotip <i>Genotype</i>	Lokalitet - <i>Location</i>	
		Karanac	Osijek
OKS – Linije <i>GCA – Lines</i>	1	0,104	0,066
	2	0,654	0,689
	3	-0,758	-0,755
	LSD 0,05	0,920	0,796
OKS – Testeri <i>GCA – Testers</i>	4	-0,514	-0,215
	5	0,022	-0,376
	6	0,492	0,592
	LSD 0,05	0,920	0,796
SKS – Križanci <i>SCA – Crosses</i>	1x4	-0,013	0,667
	1x5	0,371	-0,384
	1x6	-0,359	-0,283
	2x4	-0,310	-0,684
	2x5	-0,025	0,345
	2x6	0,335	0,339
	3x4	0,323	0,018
	3x5	-0,346	0,039
	3x6	0,024	-0,056
	LSD 0,05	1,593	1,378

U realizaciji sadržaja ulja, u Karancu i Osijeku, najveći su doprinos imale linije (57,81 i 51,28 %), zatim testeri, a najmanji njihova interakcija (Tablica 5.). Ti su rezultati u skladu s istraživanjima Škorić i sur. (2000.), Ortis i sur. (2005.) i Hladni i sur. (2006., 2008.).

**Tablica 5. Proporcionalni doprinos linija, testera i njihovih interakcija**

Table 5. Proportional contribution of lines, testers and their interactions

Karanac	
Doprinos linija – <i>Contribution of lines</i>	57,81 %
Doprinos testera – <i>Contribution of testers</i>	28,88 %
Doprinos linija x tester – <i>Contribution of line x tester</i>	13,31 %
Osijek	
Doprinos linija – <i>Contribution of lines</i>	51,28 %
Doprinos testera – <i>Contribution of testers</i>	26,27 %
Doprinos linija x tester – <i>Contribution of line x tester</i>	22,45 %

## ZAKLJUČAK

Analizom varijance, u Karancu i Osijeku, utvrđene su statistički visoko značajne razlike za tretmane. Za linije, utvrđene su visoko značajne razlike u Karancu, a značajne razlike u Osijeku. Između testera utvrđene su značajne razlike samo u Karancu.

Na obje lokacije, varijanca OKS bila je znatno veća od varijance SKS, što ukazuje na dominantnu ulogu aditivne komponente genetske varijance u nasljeđivanju sadržaja ulja.

Između efekata OKS i SKS nisu utvrđene statistički značajne razlike. Na obje lokacije, najveće vrijednosti OKS za sadržaj ulja imala je linija 2 (srednji sadržaj ulja),

odnosno tester 6 (visoki sadržaj ulja), te se mogu smatrati perspektivnim linijama u daljnjem oplemenjivačkom radu.

Za sadržaj ulja, na obje lokacije, najveći su doprinos imale linije (57,81 i 51,28 %), zatim testeri (28,88 i 26,27 %), a najmanji njihove interakcije (13,31 i 22,45 %).

## LITERATURA

- Farrokhi, E., Alizadeh, B., Ghaffari, M. (2008): General combining ability analysis in sunflower maintainer lines using line x tester crosses. Proc. 17th International Sunflower Conference, Cordoba, Spain, pp 571-574.
- Hladni, N., Škorić, D., Kraljević-Balalić, M., Sakač, Z., Jovanović, D. (2006): Combining ability for oil content and its correlations with other yield components in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Helia* 29(44): 101-110.
- Hladni, N., Jocić, S., Miklič, V., Kraljević-Balalić, M., Škorić, D. (2008): Gene effects and combining abilities of sunflower morphophysiological traits. Proc. 17th International Sunflower Conference, Cordoba, Spain, pp 545-550.
- Hladni, N., Škorić, D., Kraljević-Balalić, M., Jocić, S., Dušanić, N. (2011): Line x tester analysis for yield components in sunflower and their correlations with seed yield (*Helianthus annuus* L.). *Genetika* 43(2): 297-306.
- Khan, S.A., Ahmad, H., Khan, A., Saeed, M., Khan, S.M., Ahmad, B. (2009): Using line x tester analysis for earliness and plant height traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Recent research in science and technology* 1(5): 202-206.
- Laureti, D., Del Gatto, A. (2001): General and specific combining ability in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Helia* 24(34): 1-16.
- Marinković, R., Škorić, D., Dozet, B., Jovanović, D. (2000): Line x tester analysis of the combining ability in sunflower (*H. annuus* L.). Proc. 15th International Sunflower Conference, Toulouse, France, pp 30-35.
- Marinković, R. (2005.): Primena analize linija x tester u oceni kombinacionih sposobnosti. *Zbornik radova* 41: 87.-101.
- Mijić, A., Krizmanić, M., Liović, I., Marić, S., Duvnjak, T. (2008): Influence of different soil types and rainfall conditions on oil content in sunflower. *Cereal Research Communications*. 36 Suppl.: 1327-1330.
- Ortis, L., Nestares, G., Frutos, E., Machado, N. (2005): Combining ability analysis for agronomic traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Helia* 28(43): 125-134.
- SAS Institute Inc. (2003): SAS for Windows (r) 9.1. Cary, NC, USA.
- Sindagi, S.S., Kulkarni, R.S., Seetharam, A. (1979): Line x tester analysis of the combining ability in sunflowers (*Helianthus annuus* L.). *The Sunflower Newsletter*, pp 11-12.
- Singh, R.K., Chaudhary, B.D. (1977): Biometrical methods in quantitative genetic analysis. V.10. Line x Tester analysis. Kalyani Publishers, New Delhi, pp 191-200.
- Škorić, D. (1976): Mode of inheritance of oil content in sunflower seed of F1 generation and components

- of genetic variability. Proc. 7th International Sunflower Conference, Krasnodar, SSSR, pp 376-388.
15. Škorić, D., Jocić, S., Molnar, I. (2000): General (GCA) and specific (SCA) combining abilities in sunflower. Proc. 15th International Sunflower Conference, Toulouse, France, pp 23-29.
  16. Tan, A.S. (2010): Study on the determination of combining abilities of inbred lines for hybrid breeding using line x tester analysis in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Helia* 33(53): 131-148.
  17. Volotovitch, A.A., Silkova, T.A., Fomchenko, N.S., Prokhorenko, O.V., Davydenko, O.G. (2008): Combining ability and heterosis effects in sunflower of Byelorussian origin. *Helia* 31(48): 111-118.

## LINE X TESTER ANALYSIS IN COMBINING ABILITIES ESTIMATION OF SUNFLOWER OIL CONTENT

### SUMMARY

*Results of line x tester analysis for 15 sunflower genotypes of the Agricultural Institute Osijek are presented in this paper. Three A lines (cms) and three Rf testers with different oil content level (low, medium, high) in all combinations (nine crosses) were crossed in 2010. In 2011, the lines, testers and their crosses were sown in field trials at two locations (Karanac and Osijek). The oil content was determined after harvesting, whereas line x tester analysis was conducted based on the obtained results. Variance of lines and testers, which refers to the general combining ability (GCA) was much higher than the variance of line x tester, related to specific combining ability (SCA). It showed on dominant role of the additive component of genetic variance in the inheritance of oil content. Statistically significant differences were not determined between the GCA and SCA effects. The highest values of GCA for oil content had line 2 (medium oil content) and tester 6 (high oil content) at both locations. The largest contribution for oil content had lines (57.81 and 51.28 %) followed by testers (28.88 and 26.27 %) and the lowest accounts for interaction (13.31 and 22.45 %) at both locations (Karanac and Osijek).*

**Key-words:** sunflower, oil content, lines, testers, crosses, GCA, SCA

(Primljeno 08. studenoga 2012.; prihvaćeno 15. studenoga 2012. - Received on 8 November 2012; accepted on 15 November 2012)