

## OPLEMENJIVANJE KVANTITATIVNIH SVOJSTAVA SUNCOKRETA U FUNKCIJI POVEĆANJA URODA ZRNA I ULJA

M. KRIZMANIĆ, I. LIOVIĆ, A. MIJIĆ, M. BILANDŽIĆ I T. ČUPIĆ

Poljoprivredni institut, Osijek  
Agricultural Institute, Osijek

### SAŽETAK

U oplemenjivanju suncokreta krajnji cilj je stvoriti hibride visokog uroda zrna i ulja. Budući da su ovo vrlo kompleksna svojstva, veće ili manje heritabilnosti, važno je raditi na poboljšanju onih biomorfoloških svojstava koja na direktan ili indirektan način utječu na ekspresiju ovih svojstava. Na ova svojstva veliki utjecaj ima okolina, te je potrebno razlučiti genetske i negenetske parametre, poznavati heritabilnost kvantitativnih svojstava suncokreta i njihovu međusobnu povezanost. Provedena istraživanja na dvanaest OS hibrida suncokreta i osam svojstava ukazuju na statistički značajne razlike između hibrida u visini biljke, promjeru glave, broju zrna po glavi, urodu zrna, sadržaju ulja i urodu ulja. Većina hibrida imala je visok sadržaj ulja u zrnu (iznad 50%), visok urod zrna (iznad 3500 kg/ha), te visok urod ulja (iznad 1600 kg/ha). Urod zrna bio je u značajno pozitivnoj korelaciji s promjerom glave ( $r=0,337^*$ ) i masom zrna po glavi ( $r=0,351^*$ ), te visoko značajno pozitivnoj korelaciji s visinom biljke ( $r=0,513^{**}$ ) i urodom ulja ( $r=0,971^{**}$ ). Između uroda ulja, mase zrna po glavi i visine biljke utvrđena je slaba ( $r=0,333^*$ ) do srednje jaka ( $r=0,412^*$ ) značajna pozitivna korelacija. Path analizom je utvrđeno da je najveći direktan utjecaj na urod ulja imao urod zrna, zatim slijedi sadržaj ulja, a preostala svojstva su u neznatnoj mjeri utjecala na urod ulja.

Ključne riječi: suncokret, komponente uroda zrna i ulja, korelacije, path analiza

### UVOD

Budući da je suncokret u svijetu jedna od najznačajnijih kultura za proizvodnju kvalitetnog jestivog ulja, uzgaja se svake godine na oko 20 milijuna hektara. U Hrvatskoj je proizvodnja suncokreta u posljednjih petnaest godina

organizirana na prosječno 22500 ha, što je uz urode zrna od 2 t/ha nedovoljno za potrebe naše uljarske industrije.

Oplemenjivači suncokreta nastoje stvoriti hibride visokog uroda zrna i ulja, visoke stabilnosti i široke adaptabilnosti, te time omogućiti povećanje površina i ukupne proizvodnje ove značajne uljarice. U nastojanju da se ostvare postavljeni ciljevi, oplemenjivanje se vrši na jedno ili više svojstava, koja značajno utječu na potencijal rodosti i kakvoću hibrida. Svaki novopriznati hibrid pretpostavka je napretka u oplemenjivanju, ali procesi koji slijede nakon toga (kvalitetna sjemenska proizvodnja, dorada i čuvanje sjemena), te rajonizacija hibrida i primjena optimalne agrotehnike u širokoj proizvodnji, temeljni su preduvjet ostvarenja visoke i stabilne proizvodnje suncokreta.

U radu je tijekom 2004. godine, na 12 novih OS hibrida suncokreta istraženo osam kvantitativnih svojstava, te njihova povezanost sa urodom zrna i ulja.

## MATERIJAL I METODE

Na eksperimentalnom polju Poljoprivrednog instituta Osijek, u okviru oplemenjivačkog programa, zasijano je 2004. godine dvanaest novih hibrida suncokreta u tri ponavljanja. Tip tla je eutrični kambisol s 1,8-2% humusa. Pokus je sijan ručno na razmak 70 x 25 cm. Veličina osnovne parcele iznosila je 14 m<sup>2</sup>, te obračunske 7 m<sup>2</sup> (dva srednja reda). Tijekom vegetacije i u zriobi obavljena su potrebna opažanja i mjerenja. Nakon završene cvatnje izmjerene su visine biljaka, a urod ulja/ha utvrđen je na temelju izračuna uroda zrna po parceli i sadržaja ulja u suhoj tvari (ST). U tehnološkoj zriobi, od svakog hibrida kroz tri ponavljanja, požeto je ukupno petnaest glava, te su na njima utvrđeni: promjer glave, broj zrna po glavi, masa zrna po glavi, masa tisuću zrna i sadržaj ulja. Na očišćenim uzorcima utvrđen je sadržaj vode u zrnu i urod zrna po biljci. Nakon provedenih laboratorijskih analiza, podaci su statistički obrađeni analizom varijance, izračunati su koeficijenti korelacija, te je napravljena path analiza sa ciljem utvrđivanja direktnih i indirektnih učinaka analiziranih svojstava na urod ulja.

## REZULTATI I RASPRAVA

Na temelju provedene analize varijance utvrđene su značajne razlike između hibrida za: visinu biljke, promjer glave, broj zrna po glavi, urod zrna, sadržaj ulja i urod ulja (Tablica 1). Urod ulja, masa zrna po glavi, urod zrna i broj zrna po glavi imali su najveće variranje, budući su ta svojstva pod velikim utjecajem okoline. U formiranju uroda zrna i ulja učestvuje velik broj svojstava, a doprinos pojedinog svojstva može biti različit kod različitih genotipova (Krizmanić, 1992; 2001).

Tablica 1. *Prosječne vrijednosti analiziranih svojstava suncokreta*  
Table 1. *Average values of sunflower analyzed traits*

Hibrid Hybrid	Visina biljke Plant height (cm)	Promjer glave Head diameter (cm)	Broj zrna po glavi No. of grains per head	Masa zrna po glavi Grain mass per head (g)	Masa 1000 zrna Mass of 1000 grains (g)	Urod zrna Grain yield (kg/ha, 9+2)	Sadržaj ulja u ST Oil content in DM (%)	Urod ulja u ST Oil yield in DM (kg/ha)
H 1	190	22,1	1779	96,1	53,2	4180	51,73	1967
H 2	197	20,4	1655	88,9	53,3	3722	48,70	1647
H 3	181	19,7	1632	88,6	53,3	2893	52,69	1386
H 4	184	20,8	1544	93,1	55,4	3585	51,52	1679
H 5	177	19,8	1202	64,7	51,9	3031	51,79	1428
H 6	199	23,3	1770	98,3	52,6	4426	51,41	2068
H 7	182	21,5	1731	94,0	51,6	4326	53,65	2124
H 8	201	18,3	1432	75,2	51,7	4081	49,23	1841
H 9	168	20,3	1580	82,0	48,1	2482	48,48	1095
H 10	166	18,7	1590	81,0	48,2	2575	53,98	1262
H 11	181	18,8	1682	82,4	44,0	3475	55,79	1760
H 12	176	19,9	1881	106,5	51,3	3775	53,54	1839
Prosjeak Mean:	183	20,3	1623	87,6	51,2	3546	51,88	1675
LSD 0,05	20	2,3	301	ns	ns	888	3,44	462
LSD 0,01	28	3,2	409	ns	ns	1209	4,68	629

Urod zrna (Tablica 2) bio je u slaboj do srednje jakoj značajno pozitivnoj korelaciji s promjerom glave ( $r= 0,337^*$ ), masom zrna po glavi ( $r= 0,351^*$ ), visinom biljke ( $r= 0,513^{**}$ ) i u gotovo potpunoj s urodom ulja ( $r= 0,971^{**}$ ). Povezanost uroda zrna s visinom biljke dobili su Škorić (1974), Khan (2001), Hladni i sur. (2004), i drugi.

Povezanost sadržaja ulja s promjerom glave ( $r= -0,195$ ), i visinom biljke ( $r= -0,303$ ) ukazuje na slabu negativnu korelaciju, te vrlo značajnu korelaciju s masom 1000 zrna ( $r= -0,424^{**}$ ). Iste ili slične rezultate dobili su Fick i sur. (1974), te slične ili suprotne Marinković (1988), Gonzales (2000), i drugi. Važno je istaknuti da je kod istraživanih hibrida utvrđen visok sadržaj ulja (48,48-55,79%), što ukazuje na visoku kakvoću novih hibrida suncokreta Poljoprivrednog instituta Osijek.

Urod ulja bio je u slaboj do srednje jakoj pozitivnoj korelaciji s masom zrna po glavi ( $r= 0,333^*$ ) i visinom biljke ( $r= 0,412^*$ ). Iste rezultate dobili su Škorić (1974), Bedov (1986), i drugi.

Procjenjeni su također i direktni i indirektni učinci visine biljke, promjera glave, broja zrna po glavi, mase zrna po glavi, mase 1000 zrna, uroda zrna i sadržaja ulja na urod ulja (Tablica 3).

Tablica 2. Koeficijenti korelacija analiziranih svojstava glava suncokreta  
Table 2. Correlation coefficients of sunflower head analyzed traits

	VB	PG	BZG	MZG	MTZ	SU	UU
Urod zrna	0.513 **	0.337 *	0.246	0.351 *	0.320	0.038	0.971 **
	VB	PG	BZG	MZG	MTZ	UZ	UU
Sadržaj ulja	-0.303	-0.195	0.238	-0.02	-0.424 **	0.038	0.268
	VB	PG	BZG	MZG	MTZ	UZ	SU
Urod ulja	0.412 *	0.282	0.294	0.333 *	0.194	0.971 **	0.268

\* značajno na nivou 0,05 - significant at 0,05 level

\*\* značajno na nivou 0,01 - significant at 0,01 level

Tablica 3. Fenotipski koeficijenti veza (path koeficijenti) analiziranih svojstava s urodom ulja  
Table 3. Phenotypic path coefficients of analyzed traits with oil yield

Svojstvo Trait	Direktan utjecaj Direct influence	Indirektan utjecaj preko - Indirect influence over							r*
		Visina biljke Plant height	Promjer glave Head diameter	Broj zrna po glavi No. of grains per head	Masa zrna po glavi Grain mass per head	Masa 1000 zrna Mass of 1000 grains	Urod zrna Grain yield	Sadržaj ulja Oil content	
Visina biljke Plant height	-0.017	-	0.003	-0.001	0.003	-0.011	0.501	-0.066	0.412
Promjer glave Head diameter	0.010	-0.005	-	-0.006	0.009	-0.013	0.329	-0.042	0.282
Broj zrna po glavi No. of grains per head	-0.011	-0.002	0.005	-	0.011	-0.001	0.240	0.052	0.294
Masa zrna po glavi Grain mass per head	0.014	-0.003	0.006	-0.010	-	-0.017	0.343	0.000	0.333
Masa 1000 zrna Mass of 1000 grains	-0.032	-0.005	0.004	0.000	0.003	-	0.312	-0.092	0.190
Urod zrna Grain yield	0.976	-0.009	0.003	-0.003	0.005	-0.010	-	0.008	0.971
Sadržaj ulja Oil content	0.217	0.005	-0.002	-0.003	0.000	0.013	0.037	-	0.268

r\*- koeficijent korelacije - correlation coefficient

koeficijent determinacije - determination coefficient R= 0.997

Procjena koeficijenta korelacije na fenotipskoj razini između visine biljke i uroda ulja pokazuje da je on pozitivan (0,412). Direktni utjecaj visine biljke na urod ulja gotovo da i nije postojao, nego se on u najvećoj mjeri realizirao indirektno i to preko uroda zrna (0,501).

Korelacija između promjera glave, broja zrna po glavi, mase zrna po glavi i uroda ulja je bila pozitivna i slaba. Direktni utjecaj ovih svojstava na urod ulja je bio neznatan i uglavnom se u većoj ili manjoj mjeri realizirao putem uroda zrna. Međuzavisnost mase 1000 zrna i uroda ulja izražena preko korelacijskog koeficijenta iznosila je 0,190. Njen direktni utjecaj je bio neznatan i zamaskiran sa slabim indirektnim utjecajem uroda zrna (0,312). Ostala svojstva su pokazala neznatne vrijednosti.

Potpuna pozitivna korelacija utvrđena je samo između uroda zrna i uroda ulja (0,971). Za razliku od prethodnih svojstava i direktni utjecaj uroda zrna je bio također izuzetno visok (0,976). Indirektni učinci ostalih svojstava su bili zanemarivo mali.

Jednostruki koeficijent korelacije između sadržaja ulja i uroda ulja je po smjeru bio pozitivan, a po jačini slab (0,268). Njegov direktni utjecaj na urod ulja također je bio slab (0,217). Za razliku od prethodnih svojstava gdje je indirektni utjecaj uroda zrna na pojedina svojstva bio znatan, kod sadržaja ulja on je iznosio 0,037.

Iz provedenog istraživanja može se zaključiti da je najveći direktni utjecaj na urod ulja ostvario urod zrna, zatim slijedi sadržaj ulja, a preostala svojstva su u neznatnoj mjeri utjecala na urod ulja. Njihovo djelovanje je bilo zamaskirano uglavnom indirektnim utjecajem u prvom redu uroda zrna. U oplemenjivanju suncokreta velika pozornost poklanja se upravo direktnim utjecajima, te se stoga može reći da bi sa aspekta praktičnog oplemenjivanja selekcija na urod zrna bila najučinkovitija na konačne urode ulja u odnosu na ostale komponente uroda ulja.

Slične rezultate dobili su Nehru i Manjunath (2003), a Mogali i Virupakshappa (1994) pored uroda zrna ističu direktne učinke postotka ispunjenih zrna, sadržaja ulja i promjera glave, a od indirektnih broj ispunjenih zrna po biljci. Za razliku od njih Joksimović i sur. (1999) su analizirajući utjecaj površine lista, uroda zrna, uroda jezgre, uroda proteina i žetvenog indeksa na urod ulja došli do zaključka da je najveći direktni i pozitivan učinak ispoljio urod proteina, a što je i u skladu sa jednostrukim koeficijentom korelacije. Zatim slijede urod zrna i urod jezgre. Negativne direktne učinke imala su preostala tri svojstva. Drugačije rezultate dobili su Alba i Greco (1978), a to potkrepljuju teorijom o antagonizmu biosinteze ulja i proteina. Gonzales i sur. (2000) putem path analize dolaze do zaključka da najveći direktni utjecaj na urod zrna ima broj zrna po glavi, zatim masa tisuću zrna, a najmanji promjer glave. Najveći indirektni učinak na urod zrna imala je visina biljke preko broja zrna po glavi. Prema istraživanjima koje su proveli Patil i sur. (1996) najveći direktni utjecaj na urod zrna i ulja imao je broj zrna po glavi, zatim masa 1000 zrna i masa glave. Đakov (1982) ističe žetveni indeks kao važan kriterij u oplemenjivanju suncokreta na visok urod ulja, a Rao (1987) pored žetvenog indeksa od direktnih utjecaja na urod zrna ističe visinu biljke i

sadržaj apsolutno suhe tvari. Direktne negativne učinke ostvarili su sadržaj ulja, površina lista i broj listova po biljci. Alba i sur. (1979) dolaze do zaključka da je najveći direktan i pozitivan utjecaj na urod ulja imao period do početka cvatnje.

### ZAKLJUČAK

Prioritetan zadatak oplemenjivača suncokreta je stvoriti hibride visokog uroda zrna i sadržaja ulja. To znači oplemeniti najznačajnija svojstva inbred linija dobrih kombinatornih sposobnosti, čijim križanjima će se dobiti hibridi prihvatljivi širokoj proizvodnji, prepoznatljivi po adaptabilnosti i stabilnosti. Svaki daljnji napredak će omogućiti u skoroj budućnosti proizvodnju dostatnih količina kvalitetnog sjemena suncokreta za vlastite potrebe i izvoz, za što imamo vrlo dobre agroekološke i proizvodne mogućnosti.

### BREEDING OF SUNFLOWER QUANTITATIVE TRAITS IN FUNCTION OF INCREASING GRAIN AND OIL YIELD

#### SUMMARY

The ultimate goal of sunflower breeding is to create hybrids with high grain and oil yield. As these traits are very complex, with larger or lower heritability, it is very important to work on improving of bi-morphologic traits that on direct or indirect way have influence on expression of these traits. On these traits, a large influence has environment, and therefore is needed to resolve genetic and non-genetic parameters, to know heritability of sunflower quantitative traits and their interconnection. The investigations on the twelve OS sunflower hybrids and eight traits pointed on statistical significant differences among the hybrids for plant height, head diameter, grain number per head, grain yield, oil content and oil yield. Majority of the hybrids had high oil content in grain (over 50%), high grain yield (over 3500 kg/ha), and high oil yield (over 1600 kg/ha). Grain yield was in significant positive correlation with head diameter ( $r=0,337^*$ ) and grain mass per head ( $r=0,351^*$ ), as well as in highly significant positive correlation with plant height ( $r=0,513^{**}$ ) and oil yield ( $r=0,971^{**}$ ). Among oil yield, grain mass per head and plant height are found low ( $r=0,333^*$ ) to medium strong ( $r=0,412^*$ ) significant positive correlation. By path analysis is found that the largest direct influence on oil yield had grain yield, then oil content, and remain traits had slightly influence on oil yield.

Key words: sunflower, grain and oil yield components, correlations, path analysis

## LITERATURA - REFERENCES

1. Alba, E., Greco, I.: 1978. An analysis of the association factors influencing seed yield in sunflower (*Helianthus annuus* L.). The sunflower newsletter 3(2): 13-15.
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.
3. Bedov, Sunčica: 1986. Varijabilnost sadržaja ulja u semenu novostvorenih restorer linija. Savetovanje o unapređenju uljarstva Jugoslavije, Beograd: 81-87.
4. Đakov, A.B.: 1982. Sootnošenije između prodolžiteljnostju vegetaciji i produktivnostju podsolnečnika. *Vestnik s.-h. Nauki* 10: 54-61.
5. Gonzales, J., Mancuso, N., Oliva, C.: 2000. Genetic and environmental factors, and correlations between yield and quality in sunflower. Proc. 15<sup>th</sup> Int. Sunflower Conf., Toulouse, France, Vol. II, E: 105-110.
6. Fick, G.N., Zimmer, D.E., Zimmerman, D.G.: 1974. Correlation of seed oil content in sunflowers with other plant and seed characteristic. *Crop Science* 14: 755-757.
7. Hladni, Nada, Škorić, D., Kraljević-Balalić, Marija, Ivanović, M., Jovanović, D.: 2004. Correlation of yield components and seed yield per plant in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Proc. 16<sup>th</sup> Int. Sunflower Conf., Fargo, North Dakota, USA, Vol. II: 491-496.
8. Joksimović, J., Atlagić, J., Škorić, D.: 1999. Path-coefficient analysis of some oil yield components in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Helia* 22(31): 35-42.
9. Khan, A.: 2001. Yield performance, heritability and interrelationship in some quantitative traits in sunflower. *Helia* 24(34): 35-40.
10. Krizmanić, M., Jukić, V., Bilandžić, M.: 1992. Značaj oplemenjivanja nekih kvantitativnih svojstava suncokreta i njihov utjecaj na urod ulja po hektaru. *Sjemenarstvo* 9(4-5): 241-251.
11. Krizmanić, M., Mijić, A., Bilandžić, M., Duvnjak, T., Jurković, Zorica, Sudar, Rezica: 2001. Utjecaj agrotehnike, roka sjetve i sortimenta na uzgoj suncokreta u aridnim uvjetima. *Sjemenarstvo* 18(1-2): 43-55.
12. Marinković, R., Škorić, D., Crnobarac, J.: 1988. Association of oil content in seed with other characters in the sunflower (*H. annuus* L.). *Uljarstvo* 25(2): 107-111.
13. Mogali, S.C., Virupakshappa, K.: 1994. Intercharacter association and path coefficient analysis in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding* 54(4): 366-370.
14. Nehru, S.D., Manjunath, A.: 2003. Correlation and path analysis in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Karnataka Journal of Agricultural Sciences* 16(1): 39-43.
15. Patil, B.R., Rudraradhya, M., Vijayakumar, C.H.M., Basappa, H., Kulkarni, R.S.: 1996. Correlation and path analysis in sunflower. *Journal of oilseeds research* 13(2): 162-166.
16. Rao, N.G.L.: 1987. Studies on correlation and path coefficient analysis in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Mysore Journal of Agricultural Sciences* 21(1): 94-95.
17. Škorić, D.: 1974. Correlation among the most important characters of sunflower in F1 generation. Proc. 6<sup>th</sup> Int. Sunflower Conf., Bucharest: 283-289.

**Adresa autora – Authors' address:**

Dr. sc. Miroslav Krizmanić  
Dr. sc. Ivica Liović  
Dr. sc. Anto Mijić  
Mr. sc. Marijan Bilandžić  
Mr. sc. Tihomir Čupić  
Poljoprivredni institut Osijek  
Južno predgrađe 17  
HR-31000 Osijek  
e-mail: miroslav.krizmanic@poljin.hr

**Primljeno - Received:**

20. 09. 2005.