

**HERITABILNOST I MEĐUZAVISNOST KVANTITATIVNIH
SVOJSTAVA SUNCOKRETA (*Helianthus annuus L*)**A. MIJIĆ¹, M. KRIZMANIĆ¹, V. GUBERAC² i Sonja MARIĆ²¹Poljoprivredni institut Osijek
The Agricultural Institute Osijek²Poljoprivredni fakultet u Osijeku
The Faculty of Agriculture in Osijek**SAŽETAK**

Istraživanja su provedena na 14 hibrida stvorenih u okviru oplemenjivačkog programa Poljoprivrednog instituta Osijek. Pokusi su postavljeni po slučajnom bloknom rasporedu u četiri ponavljanja tijekom tri godine (2002-2004) na lokalitetu Osijek. Analizirana su svojstva: visina biljke, masa 1000 zrna, hektolitarska masa, prinos zrna, sadržaj ulja i prinos ulja. Procijenjena je heritabilnost, genetska dobit i provedena path analiza povezanosti istraživanih svojstava i prinosa ulja. Istraživani hibridi su se značajno razlikovali u svim analiziranim svojstvima. Procijenjene su visoke vrijednosti heritabilnosti za visinu biljke, masu 1000 zrna, hektolitarsku masu i sadržaj ulja. Heritabilnost za svojstva prinos zrna i prinos ulja je pokazala niže vrijednosti. Najveću izravnu genetsku dobit imala su svojstva visina biljke i sadržaj ulja, a najmanju prinos zrna i prinos ulja. Najveće direktne utjecaje na prinos ulja ostvarili su prinos zrna i sadržaj ulja.

Ključne riječi: suncokret, hibrid, heritabilnost, genetska dobit, path analiza

UVOD

Suncokret se u Republici Hrvatskoj primarno uzgaja zbog ulja. Suncokretovo ulje odlikuju dobra energetska i biološka svojstva, a također je dokazano njegovo pozitivno djelovanje na zdravlje ljudi (Krizmanić i Martinčić, 1996). Stoga je i oplemenjivanje primarno usmjereno na stvaranje genotipova visokog i stabilnog prinosa ulja. No, pored prinosa ulja oplemenjivači značajnu pozornost poklanjaju i drugim svojstvima koja se mogu jednostavnije i sigurnije procijeniti, a koja su povezana sa prinosom ulja (Mijić i sur., 2004). Ekspresija fenotipske vrijednosti svakog od tih svojstava je pod utjecajem genetskih i negenetskih čimbenika, a poznavanje tog odnosa umnogome olakšava rad u oplemenjivanju, a ishod čini sigurnijim i bržim. Veći udio genetske komponente u fenotipskoj ekspresiji znači da je i heritabilnost veća. Takvo svojstvo je u pravilu pod manjim utjecajem okolinskih čimbenika, te stoga stabilnije i

pouzdanije u procjeni, a u skladu s tim izbor materijala može se vršiti u ranijim generacijama. Testiranje tih svojstava se može vršiti na manjem broju lokaliteta, godina i ponavljanja. Za razliku od njih, niska heritabilnost ukazuje na veći utjecaj okolinskih čimbenika, a u skladu s tim i procjena je nesigurnija. Pored apsolutne vrijednosti pojedinog svojstva, pozornost oplemenjivača je usmjerena i na procjenu izravnih i neizravnih utjecaja i odnos zajedničkog djelovanja nezavisno promjenjivih (visina biljke, masa 1000 zrna, hektolitarska masa, prinos zrna i sadržaj ulja) na zavisno promjenjivu (prinos ulja). Rezultati ovih analiza ukazuju na najučinkovitiji put za povećanje prinosa ulja.

MATERIJAL I METODIKA

Eksperimentalni materijal se sastojao od 14 hibrida suncokreta kreiranih u okviru oplemenjivačkog programa Poljoprivrednog instituta Osijek. Sjetva je obavljena po slučajnom bloknom rasporedu u četiri ponavljanja tijekom tri godine (2002.- 2004) na lokalitetu Osijek. Analizirana su sljedeća svojstva: visina biljke, masa 1000 zrna, hektolitarska masa, prinos zrna, sadržaj ulja i prinos ulja. Tlo je prema pedodinamskoj klasifikaciji eutrični kambisol sa 1.83% humusa, srednje opskrbljenosti sa fosforom i kalijem i pH 6.0 u KCl. Veličina pokusne parcelice je iznosila 15.40 m². U svim godinama je primijenjena optimalna agrotehnika. Visina biljke je mjerena u punoj cvatnji. Ostala mjerenja su napravljena nakon žetve. Hektolitarska masa i vlaga u zrnu je određena uređajem Dickey Yohn, model GAC 2000 grain analysis computer. Prinos zrna na parceli je preračunat na ha prema standardu (9% vlage i 2% primjesa). Sadržaj ulja je određen analizatorom na bazi nuklearne magnetne rezonance Newport 4000 NMR analyzer. Prinos ulja je izračunat na bazi prinosa zrna i sadržaja ulja.

Provedena je analiza varijance, a značajnost razlika između srednjih vrijednosti hibrida je testirana LSD testom u odnosu na prosjek pokusa. Heritabilnost (H^2) je procijenjena metodom Singha i sur. (1993) i to na osnovi genetske varijance (V_G), okolinske varijance (V_E) i varijance interakcije (V_I) prema formulama:

$$H^2 = V_G/V_P$$
$$V_P = V_G + V_E + V_I$$

Genetska dobit od selekcije (G_S) je izračunata prema Allardu (1960):

$$G_S = k \times V_P^{1/2} \times H^2$$

k- diferencijal selekcije (za intenzitet selekcije od 10% iznosi 1.76).

Prema metodici Davey i Lu (1959) procijenjen je direktan i indirektan utjecaj visine biljke, mase 1000 zrna, hektolitarske mase, prinosa zrna i sadržaja ulja na prinos ulja prema formulama:

$$\begin{aligned}r_{1,6} &= P_{1,6} + r_{1,2}P_{2,6} + r_{1,3}P_{3,6} + r_{1,4}P_{4,6} + r_{1,5}P_{5,6} \\r_{2,6} &= r_{1,2}P_{1,6} + P_{2,6} + r_{2,3}P_{3,6} + r_{2,4}P_{4,6} + r_{2,5}P_{5,6} \\r_{3,6} &= r_{1,3}P_{1,6} + r_{2,3}P_{2,6} + P_{3,6} + r_{3,4}P_{4,6} + r_{3,5}P_{5,6} \\r_{4,6} &= r_{1,4}P_{1,6} + r_{2,4}P_{2,6} + r_{3,4}P_{3,6} + P_{4,6} + r_{4,5}P_{5,6} \\r_{5,6} &= r_{1,5}P_{1,6} + r_{2,5}P_{2,6} + r_{3,5}P_{3,6} + r_{4,5}P_{4,6} + P_{5,6}\end{aligned}$$

Analize svojstava u ovom radu izvršene su pomoću MSTAT-a C i SAS System Software.

REZULTATI I RASPRAVA

Visina biljke

Na Tablici 1. su prikazani prosječne vrijednosti hibrida po svojstvima. Evidentne razlike između pojedinih hibrida za istraživana svojstva ukazuju da se radi o divergentnim materijalima. Najmanju visinu biljke imao je hibrid Apolon (152 cm), a najveću hibrid Orion (181 cm). Pored Apolona, vrlo značajno nižu biljku imali su hibridi Favorit i (59A x 5B) x O3, a značajno nižu (259A x 5B) x O3. Oplemenjivanje na visinu biljke podrazumjeva poznavanje plodnosti tla, ukupne količine oborine, a naročito u vegetacijskom periodu, nivo agrotehnike, jačinu i smjer vjetrova i sl. (Marinković i sur., 2003). Većina hibrida u pokusu imali su nisku do srednju visinu biljke što za uvjete Slavonije i Baranje predstavlja optimum (Krizmanić i Martinčić, 1996). U posljednje vrijeme tendencija u oplemenjivanju suncokreta u Poljoprivrednom institutu Osijek je smanjenje visine biljke što je uspješno realizirano kod novopriznatog hibrida Apolon (Krizmanić i sur., 2004).

Heritabilnost je važan parametar u oplemenjivanju. Za svojstvo visina biljke (Tablica 2) procijenjena je heritabilnost od 88%, iz čega proizilazi da na ovo svojstvo u značajnijoj mjeri utječe genetska osnova, ali se ne isključuje slabiji ili jači utjecaj okoline na modifikaciju tog svojstva. Veličina fenotipske ekspresije će prema tome biti determinirana uglavnom nasljednom osnovom, a manje nenasljednim modifikacijama. To je u suglasnosti sa većinom istraživanja (Miller i Hammond, 1991., Marinković i sur., 1994). Relativno visoke vrijednosti dobio je i Khan (2001), a Kesteloot i sur. (1985) samo 24%.

Izborom 10% fenotipova najveće visine biljke procijenjene su visoke vrijednosti izravne genetske dobiti (33.56), što u relativnom smislu u odnosu na srednju vrijednost visine biljke znači povećanje od 20.3%. Do sličnih rezultata u procjeni heritabilnosti i genetske dobiti došli su i Sujatha i sur. (2002).

Masa 1000 zrna i hektolitarska masa

Masa 1000 zrna i hektolitarska masa važna su svojstva u oplemenjivanju bilja, ali i u sjemenarstvu. Pokazatelji su nalivenosti zrna, a utječu i na kvalitetu klijanja i nicanja poglavito u nepovoljnim uvjetima. Prosječna masa 1000 zrna je iznosila 60.1 g, a značajno veću vrijednost od prosjeka imao je hibrid Orion.

Prosječna hektolitarska masa je iznosila 42.3 kg, a najveće vrijednosti postigao je hibrid Apolon. Budući da su ova svojstva važne komponente prinosa ulja, u oplemenjivanju se teži njihovu poboljšanju.

Za svojstvo masa 1000 zrna procijenjena je heritabilnost od 74%, a za hektolitarsku masu 90% (Tablica 2). U literaturi navode se dosta visoke vrijednosti za heritabilnost ovih svojstava, ali to ne znači da u ekstremno nepovoljnim uvjetima ne može doći do variranja ovih vrijednosti.

Izravna genetska dobit za masu 1000 zrna je 9.30 ili relativno 15.5%, a za hektolitarsku masu 6.77 ili 16.0%. Slične rezultate u istraživanjima mase 1000 dobili su i Saravanan i sur. (1996), Gill i sur. (1997), te Khan (2001) koji ukazuje na važnost ovog svojstva u oplemenjivanju.

Marinković i sur. (2003) ističu da pored visokog heritabiliteta za ovo svojstvo u oplemenjivanju treba biti oprezan, jer pored sklopa na ovo svojstvo utječu i vlažnost i plodnost tla, te temperatura zraka.

Prinos zrna

U većini oplemenjivačkih programa u svijetu pored sadržaja ulja prinos zrna je izuzetno važno svojstvo u stvaranju hibrida uljnog tipa (Vratarić i Sudarić, 2004). Prinos zrna je ustvari skup svojstava ili supersvojstvo koje se realizira preko svojih komponenti. Pored toga što mora poznavati kulturu sa genetsko- oplemenjivačkog aspekta oplemenjivač mora pozornost usmjeriti i na odnos hibrida prema agroekološkim uvjetima područja u kojem će se određeni hibrid uzgajati (količina oborina, tip tla, agrotehnika, nazočnost štetočinja), te ekonomičnost same proizvodnje.

U oplemenjivačkom programu suncokreta Poljoprivrednog instituta Osijek, nastoje se stvoriti hibridi visokog prinosa zrna (Mijić, 2005), te ohrabruje činjenica da su pored priznatih hibrida i nekoliko eksperimentalnih pokazali visok potencijal prinosa zrna (Tablica 1), što govori o napretku u oplemenjivanju ove vrijedne uljarice. Kod postavljanja modela suncokreta, Krizmanić i Martinčić (1996) kao cilj postavljaju prinose zrna preko 5 t/ha. Škorić i sur. (2002) pomiču ciljeve u oplemenjivanju prinosa zrna na 7 t/ha.

Rezultati statističke obrade prosječnih vrijednosti prinosa zrna ukazuju na veliko variranje ovog svojstva po pojedinim hibridima, što se može tumačiti različitošću germplazme u pedigree-u analiziranih hibrida, jer je poznato da je pored okolinske jako važna i genetska osnova u ekspresiji ovog svojstva. Prosječan prinos zrna za sve hibride tijekom tri godine istraživanja je iznosio 4.23 t/ha. Značajno više vrijednosti od standarda ostvario je hibrid Fakir, a pored njega je još 10 hibrida ostvarilo prinose zrna iznad 4 t/ha.

Prinos zrna je kvantitativno svojstvo pod velikim utjecajem okoline. U prilog tome ide dobivena srednja vrijednost heritabilnosti (43%). To znači da je pored genotipa ekspresija ovog svojstva uvjetovana okolinom, te interakcijom genotip x okolina u većoj ili manjoj mjeri. Ceccconi i Baldini (1991) i Khan

(2001) procijenili su nisku heritabilnost za ovo svojstvo, srednju Pathak (1974), te visoku Saravanan i sur. (1996).

Izborom 10% fenotipova najvećeg prinosa zrna procijenjena je izravna genetska dobit od 0.48, što u relativnom smislu u odnosu na srednju vrijednost prinosa zrna znači povećanje od 11.3%. Drugačije rezultate u procjeni genetske dobiti dobili su Dash i sur. (1996) koji ukazuju na visoku vrijednost genetske dobiti i visoku heritabilnost za ovo svojstvo.

Sadržaj ulja

Prosječan sadržaj ulja hibrida uključenih u istraživanje je iznosio 50.14%. Najviše vrijednosti imao je hibrid Apolon (53.96%), a pored njega je još 8 hibrida imalo vrijednosti preko 50%.

Sadržaj ulja je važna komponenta prinosa ulja, te stoga i predmet interesa velikog broja oplemenjivača uljnog suncokreta. To je kvantitativno svojstvo, određeno genetičkim potencijalom određenog genotipa uz manje ili veće variranje, pod utjecajem vanjskih čimbenika. Ovo svojstvo uvjetovano je genetičkim čimbenicima i čimbenicima vanjske sredine, kao i njihovom interakcijom (Vratarić i Sudarić, 2004). Na njega u znatnoj mjeri utječu i navodnjavanje, gnojdba dušikom, sklop, kao i vrijeme sjetve (Mijić, 2005). Fick i Miller (1997) ističu da se u posljednje vrijeme postiže vrlo mali ili nikakav napredak u povećanju sadržaja ulja u samooplodnim linijama ili hibridima, te postavljaju pitanje biološkog limita za ovo svojstvo. Međutim, Škorić i Marinković (1986) smatraju da se ipak realno može dobiti preko 55-60% ulja, te da je oplemenjivanje na povećan sadržaj ulja realno.

Procjena heritabilnosti (Tablica 2) u ovom istraživanju ukazuje na veliki utjecaj genotipa na ovo svojstvo, odnosno, fenotipska izražajnost ovog svojstva je uvjetovana uglavnom genetičkim čimbenicima, a manje čimbenicima vanjske sredine, te njihovom interakcijom. Do sličnih rezultata došli su i Marinković (1993), Chikkadevaiah i sur. (1998), te Khan (2001), Leon i sur. (2003), a drugačijih Teklewold i sur. (2000), Sujatha i sur. (2002) koji ističu srednje vrijednosti za ovo svojstvo.

Izborom 10% fenotipova najvećeg sadržaja ulja procijenjena je izravna genetska dobit od 8.67 što u relativnom smislu u odnosu na srednju vrijednost sadržaja ulja znači povećanje od 17.3%.

Prinos ulja

Želja svakog oplemenjivača suncokreta je ostvariti što veći prinos ulja po jedinici površine. Prinos ulja je kompleksno kvantitativno svojstvo čija je baza poligena, a rezultat je prinosa zrna i sadržaja ulja u zrnu. Budući da je ovo svojstvo pod značajnim utjecajem okoline uspješan oplemenjivački rad zahtjeva poznavanje genetske osnove nasljeđivanja, te vrlo složene interakcije genotip x okolina.

Prinos ulja kod analiziranih hibrida nalazio se u rasponu od 1.79 t/ha kod hibrida (259A x 5B) x O3 do 2.27 t/ha kod hibrida Apolon. Pored Apolona prinosom ulja se ističu i eksperimentalni hibridi (189A x 5B) x O3 i (59A x 5B) x O3, te Fakir.

S obzirom da je ovo kompleksno svojstvo pod velikim utjecajem okoline, utvrđena je i niska heritabilnost za ovo svojstvo (36%) koja je rezultat značajne interakcije genotip-okolina. Iz ovoga proizilazi da selekcija na ovo svojstvo u ranim cijepajućim generacijama neće biti uspješna nego je treba vršiti u kasnijim generacijama (S4-S6) kada su linije u dovoljnoj mjeri homozigotne. Također se pokusi moraju izvoditi tijekom više godina, na više lokaliteta i u više ponavljanja. Visoke vrijednosti za ovo svojstvo dobili su Sujatha i sur. (2002).

Tablica 1. Prosječne vrijednosti analiziranih svojstava hibrida suncokreta, 2002.- 2004., Osijek

Table 1. Mean values for analyzed traits of sunflower hybrids, 2002.- 2004., Osijek

Hibrid Hybrid	Visina biljke Plant height (cm)	Masa 1000 zrna 1000 kernel weight (g)	Hektolitarska masa Hectolitar mass (kg)	Prinos zrna Grain yield (t/ha)	Sadržaj ulja (% u S.T.) Oil content (% in DM)	Prinos ulja Oil yield (t/ha)
(259A x 5B) x O3	158	60.0	43.4	3.84	51.38	1.79
APOLON	152	58.4	44.7	4.63	53.96	2.27
(189A x 5B) x O3	164	58.5	42.1	4.46	50.29	2.04
FAVORIT	155	59.3	44.2	4.15	51.26	1.93
(59A x 5B) x O3	156	56.8	42.2	4.25	51.48	1.99
OLIO	172	63.5	44.0	4.26	49.50	1.92
(25A x 5B) x O3	163	59.4	42.1	3.94	50.82	1.82
FAKIR	180	64.4	41.7	4.82	44.87	1.97
(253A x 5B) x O3	163	58.2	42.3	4.20	50.43	1.93
101A x O3	167	60.0	40.8	4.22	48.43	1.86
(269A x 5B) x O3	163	58.1	42.8	4.00	51.02	1.86
103A x O3	176	57.6	40.7	3.87	51.06	1.80
ORION	181	66.3	43.0	4.27	47.94	1.87
219A x O3	164	61.1	37.9	4.28	49.48	1.93
Prosjek- Mean	165	60.1	42.3	4.23	50.14	1.93
LSD 0.05	5.9	4.5	2.0	0.30	1.577	0.15
LSD 0.01	7.8	5.9	2.7	0.40	2.091	0.19

Najniže procijenjenu genetsku dobit imao je prinos ulja (izravno 0.18 i relativno 9.3%) što upućuje na to da ovo svojstvo zahtjeva naročitu pozornost

oplemenjivača. Razlog leži u činjenici da je prinos ulja rezultat svih procesa koji se dešavaju u ontogenetskom razvoju biljke. Drugačije rezultate dobili su Seneviratne i sur. (2003) koji visoke vrijednosti genetske dobiti i heritabilnosti povezuju sa aditivnim djelovanjem gena.

Tablica 2. Procjene heritabilnosti i genetske dobiti od selekcije analiziranih svojstava

Table 2. The estimations of heritability and genetic gain for analyzed traits

Parametri Parameters	Visina biljke Plant height	Masa 1000 zrna 1000 kernel weight	Hektolitarska masa Hectolitar mass	Prinos zrna Grain yield	Sadržaj ulja Oil content	Prinos ulja Oil yield
Prosjek- Mean	165.0	60.1	42.3	4.2	50.14	1.9
Heritabilnost - Heritability (%)	88	74	90	43	95	36
Genetska dobit Genetic gain	33.56	9.30	6.77	0.48	8.67	0.18
Relativna genetska dobit Relativ genetic gain (%)	20.3	15.5	16.0	11.3	17.3	9.3

Path analiza

Pored poznavanja stupnja nasljednosti (heritabilnosti) i genetske dobiti oplemenjivačima uljnog suncokreta je važno poznavanje povezanosti pojedinih svojstava sa prinosom ulja. Stoga je napravljena analiza koeficijenata putanje kako bi se otkrilo u kojoj mjeri svako istraživano svojstvo djeluje direktno, a koliko indirektno preko drugih svojstava na prinos ulja (Tablica 3).

Procjenjeni koeficijent korelacije na fenotipskoj razini između visine biljke i prinosa ulja je iznosio 0.221. Njegov direktan utjecaj na prinos ulja gotovo da i nije postojao, a realizirao se indirektno preko sadržaja ulja (0.2297). Potrebno je istaknuti da visina biljke preko indirektnog učinka drugih svojstava gotovo da i nije imala utjecaja na prinos ulja.

Fenotipski koeficijent korelacije između mase 1000 zrna i prinosa ulja ukazuje da korelacija bila negativna i vrlo slaba. Analizom parcijalnih koeficijenata korelacije dolazi se do zaključka da je direktan utjecaj mase 1000 zrna na prinos ulja bio neznan (0.0054), a uglavnom se realizirao indirektno i to preko sadržaja ulja (0.2928) i prinosa zrna (0.1752). Za ostala svojstva ti utjecaji su bili neznačajni.

Međuzavisnost hektolitarske mase i prinosa ulja izražena preko korelacijskog koeficijenta je iznosila 0.115. Njen direktan utjecaj je bio neznan i

zamaskiran sa indirektnim utjecajem preko sadržaja ulja (0.1279). Ostala svojstva su pokazala neznatan utjecaj.

Vrlo jaka pozitivna korelacija utvrđena je između prinosa zrna i prinosa ulja (0.837). Za razliku od prethodnih svojstava i direktan utjecaj prinosa zrna na prinos ulja bio je također izuzetno visok (0.9219). Negativne vrijednosti indirektnih učinaka su bile kod visine biljke i sadržaja ulja, a pozitivne za masu 1000 zrna i hektolitarsku masu. Svi indirektni učinci su bili slabi.

Ukupna korelacija između sadržaja ulja i prinosa ulja je po smjeru bila pozitivna, a po jačini srednja (0.413). Njegov direktan utjecaj na prinos ulja je bio jak (0.5686). Negativni i neznatni indirektni učinci su bili za sva ostala svojstva.

Do sličnih rezultata došli su Nehru i Manjunath (2000. prema Mariković i sur., 2003), te Mogali i Virupakshappa (1994), koji pored prinosa zrna ističu i postotak ispunjenih zrna, sadržaj ulja i promjer glave, kao važne komponente prinosa ulja. Za razliku od njih Rao (1987) ukazuje na najveći direktan pozitivan utjecaj visine biljke i sadržaja apsolutno suhe tvari, te žetvenog indeksa na prinos ulja. Joksimović i sur. (1999) analiziranjem prostih koeficijenata korelacije, ali i path analizom utvrđuju da su najveći utjecaj na prinos ulja imali prinos bjelančevina, prinos zrna i prinos jezgre, a Patil i sur. (1996) iz direktnih učinaka zaključuje da je najveći utjecaj na prinos zrna i ulja imao broj zrna po glavi, a zatim masa 100 zrna.

Tablica 3. Direktni i indirektni učinci analiziranih svojstava na prinos ulja, 2002.- 2004., Osijek

Table 3. Direct and indirect effects analyzed traits on oil yield, 2002 - 2004. Osijek

Svojstvo - Trait	Direktan utjecaj Direct influence	Indirektan utjecaj preko - Indirect influence over					r*
		Visina biljke Plant height	Masa 1000 zrna 1000 kernel weight	Hektolitarska masa Hectolitar mass	Prinos zrna Grain yield	Sadržaj ulja Oil content	
Visina biljke Plant height	-0.0329	-	-0.0013	0.0004	0.0249	0.2297	0.221*
Masa 1000 zrna 1000 kernel weight	0.0054	-0.0013	-	0.0002	0.1752	-0.2928	-0.113
Hektolitarska masa Hectolitar mass	-0.0074	0.0018	-0.0001	-	-0.0074	0.1279	0.115
Prinos zrna Grain yield	0.9219	-0.0009	0.0010	0.0001	-	-0.0847	0.837**
Sadržaj ulja Oil content	0.5686	-0.0133	-0.0028	-0.0017	-0.1374	-	0.413**

r* - koeficijent korelacije - r* - Correlation coefficient

Koeficijent determinacije: R²= 0.998 - Determination coefficient R²= 0.988

ZAKLJUČCI

Na osnovu provedenih istraživanja 14 hibrida suncokreta tijekom tri godine na lokalitetu Osijek može se zaključiti sljedeće:

- istraživani genotipovi su se značajno razlikovali u svim analiziranim svojstvima

- kod svojstava visoke nasljednosti (visina biljke, masa 1000 zrna, hektolitarska masa i sadržaj ulja) izbor se može vršiti u u ranijim generacijama. Također se kvalitetna procjena ovih svojstava može izraziti s manjeg broja lokacija i ponavljanja.

- heritabilnost za svojstva prinos zrna i prinos ulja je niža što znači da se izbor poželjnih genotipova treba odvijati u kasnijim generacijama, na većem broju lokaliteta i kroz više godina

- najveću izravnu genetsku dobit imala su svojstva visina biljke i sadržaj ulja, a najmanju prinos zrna i prinos ulja

- najveće direktne utjecaje na prinos ulja ostvarili su prinos zrna i sadržaj ulja, te je selekcija na ova dva svojstva najučinkovitiji put za povećanje prinosa ulja

- ostala svojstva su u znatnoj manjoj mjeri utjecala na prinos ulja, a njihovo djelovanje je bilo zamaskirano indirektnim utjecajem preko sadržaja ulja i prinosa zrna.

HERITABILITY AND CORRELATIONS OF QUANTITATIVE TRAITS IN SUNFLOWER (*Helianthus annuus* L)

SUMMARY

Investigations were carried out with 14 hybrid create in frame of the Agricultural Institute Osijek breeding program. Trials were established as randomize block design in four replication during three years (2002-2004) in region of Osijek. Following traits were analyzed: plant height, 1000 kernel weight, hectolitre mass, grain and oil yield and oil content. Heritability, genetic gain and path analysis correlation between investigated traits and oil yield were evaluated. Investigation hybrids showed significant difference for all analyzed traits. High value heritability for plant height, 1000 kernel weight, hectolitre mass and oil content were evaluated. Heritability for grain and oil yield showed lower value. The biggest genetic gain showed plant height and oil content, and the lowest grain and oil yield. The strongest direct effects to oil yield were assessed for grain yield and oil content.

Key words: sunflower, hybrid, heritability, genetic gain, path analysis

LITERATURA - REFERENCES

1. Allard, R. W. (1960.): Principles of plant breeding. John Wiley & Sons, Inc; New York.
2. Ceconi, F., Baldini, M. (1991.): Genetic analysis of some physiological characters in relation to plant development of a sunflower diallel cross. *Helia*. 14 (14): 93-100.
3. Chikkadevaiah, Chakrapani, Y., Jagannath, D. P., Ramesh, S. (1998.): Evaluation of sunflower genotypes for confectionery purpose. *Helia*. 21(29): 131-136.
4. Dash, S. S., Singh, D. N., Singh, D. S., Srivastava, S. (1996.): Evaluation of hybrids of sunflower for quantitative traits. *Journal of applied biology*. 6(1/2): 39-41.
5. Dewey, D. R., Lu, K. H. (1959.): A correlation and path coefficient analysis of components of crested wheat grass seed production. *Agron. Journ.* 51: 515- 518.
6. Fick, G. N., Miller, J. F. (1997.): Sunflower Breeding. In *Sunflower technology and production*, edited by E.E. Schneiter. ASA, CSSA, SSSA, Madison, Wisconsin, USA. 395-440.
7. Gill, H. S., Sheoran, R. K., Lokendra-Kumar, Naveen-Chandra (1997.): Genetic variability, heritability and genetic advance for seed yield and component traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Annals of Biology Ludhiana*. 13(2): 279-281.
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. Kesteloot, J. A., Heursel, J., Pauwels, F. M. (1985.): Estimation of the heritability and genetic variation in sunflower. *Helia*. 8:17-19.
10. Khan, A. (2001.): Yield performance, heritability and interrelationship in some quantitative traits in sunflower. *Helia*. 24: 35- 40.
11. Krizmanić, M., Martinčić, J. (1996.): Suncokret (*Helianthus annuus* L.). U Kozumplik, V. i Martinčić, J.: Oplemenjivanje bilja. Agronomski fakultet Zagreb i Poljoprivredni fakultet Osijek. 309- 334.
12. Krizmanić, M., Liović, I., Mijić, A., Bilandžić, M. (2004.): Oplemenjivanje i sjemenarstvo suncokreta u Poljoprivrednom institutu Osijek. Program i sažeci 110- a obljetnica hrvatskog sjemenarstva. Stubičke Toplice, 22- 25. studenog 2004. 44- 45.
13. Leon, A. J., Andrade, F. H., Lee, M. (2003.): Genetic analysis of seed-oil concentration across generations and environments in sunflower. *Crop Sci*. 43:135-140.
14. Marinković, R. (1993.): Components of genetic variability for characters affecting oil yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *J. Genet. & Breeding*, 47: 289- 294.
15. Marinković, R., Škorić, D., Nenadić, D., Jovanović, D., Miklič, V., Joksimović, J., Stanojević, D., Nedeljković, S. (1994.): Uticaj položaja semena u glavi na prinos i neke komponente prinosa semena kod suncokreta (*Helianthus annuus* L.). *Zbornik radova. Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad*. Svezak 22: 379- 389.
16. Marinković, R., Dozet, B., Vasić, D. (2003.): Oplemenjivanje suncokreta. Monografija. Školska knjiga. Novi Sad.
17. Mijić, A., Vratarić, M., Sudarić, A., Duvnjak, T. (2004.): Trendovi u oplemenjivanju suncokreta u R. Hrvatskoj i svijetu. XXXIX. znanstveni skup hrvatskih agronoma s međunarodnim sudjelovanjem. Priopćenja. Agronomski fakultet Zagreb, 175-178.
18. Mijić, A. (2005.): Stabilnost i povezanost kvantitativnih svojstava suncokreta (*Helianthus annuus* L.). Doktorska disertacija. Poljoprivredni institut Osijek.
19. Miller, J. F., Hammond, J. J. (1991.): Inheritance of reduced height in sunflower. *Euphytica*. 53:131-136.
20. 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.

21. Nehru, S. D., Manjunath, A. (2003.): Correlation and path analysis in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Karnataka Journal of Agricultural Sciences 16 (1): 39- 43.
22. Pathak, R. S. (1974.): Yield components in sunflower. In Proc. 6th Int. Sunflower Conf., Bucharest, Romania. 22-24 July 1974. Int. Sunflower Assoc., Paris, France.
23. 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.
24. 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.
25. Saravanan, K., Gopalan, M., Senthil, N. (1996.): Heritability and genetic advance in sunflower. Gujarat Agricultural University Research Journal. 22(1): 101-102.
26. Seneviratne, K. G. S., Ganesh, M., Ranganatha, A. R. G. (2003.): Effect of recurrent selection on variability and genetic parameters of yield and yield attributes in sunflower. Annals of the Sri Lanka Department of Agriculture. 5: 227-232.
27. Singh, M., Ceccarelli, S., Hamblin, J. (1993.): Estimation of heritability from varietal trials data. Theor. Appl. Genet. 86: 437-441.
28. Sujatha, H. L., Chikkadevaiah, Nandini (2002.): Genetic variability study in sunflower inbreds. Helia. 25(37): 93-99.
29. Škoric, D., Marinkovic, R. (1986.): Most recent results in sunflower breeding. International Symposium of Sunflower. Budapest. Hungary.
30. Škorić, D., Marinković, R., Jocić, S., Jovanović, D., Hladni, N. (2002.): Dostignuća i dalji pravci u oplemenjivanju suncokreta i izbor hibrida za setvu u 2002. godini. Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtlarstvo Novi Sad. 36. 147- 159.
31. Teklewold, A., Jayaramaiah, H., Ramesh, S. (1999.): Genetic variability studies in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Crop-Improvement. 26(2): 236-240
32. Teklewold, A., H. Jayaramaiah, B.N. Jagadesh (2000): Correlations and path analysis of physio-morphological characters of sunflower (*Helianthus annuus* L.) as related to breeding method. Helia 23(32): 105-114.
33. Vratarić, M., Sudarić, A. (2004.): Oplemenjivanje i genetika suncokreta. U Suncokret (*Helianthus annuus* L.). Urednik Marija Vratarić. Poljoprivredni institut Osijek. 69- 162.

Adrese autora - Authors' addresses:

dr. sc. Anto Mijić
dr. sc. Miroslav Krizmanić
Poljoprivredni institut Osijek
The Agricultural Institute Osijek
Južno predgrađe 17, HR-31000 Osijek
e-mail: anto.mijic@poljin.hr

prof. dr. sc. Vlado Guberac
prof. dr. sc. Sonja Marić
Poljoprivredni fakultet u Osijeku
The Faculty of Agriculture in Osijek
Trg Sv. Trojstva 3
HR- 31 000 Osijek

Primljeno-Received:

21. 04. 2006.