

## STVARANJE NOVE GENETIČKE VARIJABILNOSTI U CILJU POVEĆANJA PRINOSA SEMENA I ULJA SUNCOKRETA

Milan Jocković<sup>\*1</sup>, Siniša Jocić<sup>1</sup>, Sandra Cvejić<sup>1</sup>, Dragana Miladinović<sup>1</sup>,  
Sreten Terzić<sup>1</sup>, Ana Marjanović-Jeromela<sup>1</sup>, Jelena Ovuka<sup>1</sup>,  
Slaven Prodanović<sup>2</sup>, Vladimir Miklič<sup>1</sup>

### Izvod

Povećanje prinosa semena i ulja kod suncokreta svakako predstavlja jedan od najvažnijih imperativa u savremenom oplemenjivanju suncokreta. Cilj ovog eksperimenta je bio ukrštanje genotipova suncokreta radi stvaranja nove genetičke varijabilnosti koja će doprineti povećanju prinosa semena i ulja. Materijal za ovo istraživanje je uključio 6 genotipova suncokreta odabranih na osnovu svojih agronomskih i proizvodnih karakteristika. Ukrštanje je rađeno metodom nepotpunog dialela u ranim juturnjim časovima ručnom emaskulacijom. Analizom varijanse je utvrđeno postojanje statistički značajne razlike između genotipova korišćenih u ukrštanju što nam potvrđuje da se odabrani roditelji razlikuju u ispitivanim osobinama. Poredeći roditelje najvišu prosečnu vrednost prinosa semena po biljci ostvario je roditelj R1 (98,29 g), dok je najniži prinos semena po biljci ostvaren kod roditelja R3 (46,52 g). Najviša prosečna vrednost prinosa semena po biljci u F2 generaciji ostvarena je kod kombinacije R5 x R6 (79,75 g), dok je najniža vrednost ostvarena kod kombinacije R1 x R6 (49,85 g). U pogledu prinosa ulja najviša prosečna vrednost izmerena je kod roditelja R1 (43,59 g), dok je u F2 generaciji najviši prinos ulja ostvarila kombinacija R5 x R6 (38,66 g). Od ukupno 15 F2 populacija, više prosečne vrednosti prinosa semena i ulja po biljci u odnosu na roditelje ostvarene su kod 4 kombinacije ukrštanja. Ovakav rezultat navodi na zaključak da dobijene F2 generacije mogu predstavljati važan izvor nove genetičke varijabilnosti koje će se koristiti u oplemenjivačkom programu u cilju dobijanja produktivnijih hibrida suncokreta. Koeficijent heritabilnosti je ukazao da su u zavisnosti od kombinacije ukrštanja, genetičkog materijala, nenasledni faktori imali veći ili manji uticaj na ekspresiju ispitivanih osobina.

**Ključne reči:** oplemenjivanje, *Helianthus annuus* L., prinos semena i ulja, heritabilnost

Originalni naučni rad (Original Scientific Paper)

<sup>1</sup>Jocković M, Jocić S, Cvejić S, Miladinović D, Terzić S, Marjanović-Jeromela A, Ovuka J, Miklič V,  
Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad

<sup>2</sup>Prodanović S, Poljoprivredni fakultet - Univerzitet u Beogradu, Nemanjina 6, 11080, Beograd, Zemun

\*e-mail: jockovic@gmail.com

## Uvod

Suncokret (*Helianthus annuus* L.) je u svetskim razmerama jedna od najvažnijih biljnih vrsta za proizvodnju jestivog ulja. Ulje suncokreta je značajan izvor linolne kiseline koja spada u grupu esencijalnih poli-nezasićenih masnih kiselina koju ljudi ne sintetišu i prekursor je gama-linolenske i arahidonske kiseline. Medicinska istraživanja ističu značaj suncokretovog ulja na zdravlje ljudi jer je bogat izvor tokoferola i fitosterola, smanjuje nivo holesterola u krvi, pozitivno deluje na lečenje kancera i značajan je antioksidans (Bramley et al., 2000; Niki and Noguchi, 2004; Patel and Thompson, 2006; Gotar et al., 2008). Osim svoje primarne upotrebe u ljudskoj ishrani suncokretovo ulje ima značajnu primenu u hemijskoj i farmaceutskoj industriji. Suncokretova pogača, sporedni proizvod ceđenja ulja, bogat je izvor proteina koji se koristi za ishranu stoke (Seiler and Jan, 2010).

Oplemenjivanje suncokreta datira s kraja 19. i početka 20. veka. Prema navodima Pustavoit-a od šezdesetih godina prošlog veka, prve lokalne sorte suncokreta koje su odabirali lokalni farmeri, odlikovale su se većim prinomom, uniformnošću i otpornošću na bolesti i zvale su se Zelenka. Prve Ruske sorte suncokreta razvijene na naučnoj osnovi uvedene su u proizvodnju na početku 20. veka, a među najpopularnijima bile su Kruglik A-41 i Ždanovski 8281. Kruglik A-41, koji se odlikovao povećanim sadržajem ulja, skreće pažnju da se suncokret može poboljšati u pogledu ove osobine. Posle navedenih sorti u proizvodnju se uvode sorte Peredovik i Armavirski 3497, koje su bile jedne od najrasprostranjenijih sorti u bivšem Sovjetskom savezu. Iako rasprostranjene u proizvodnji, sorte su imale nekoliko nepovoljnih osobina kao što su osetljivost na bolesti, nujednačena visina, cvetanje i sazrevanje, što je otežavalo primenu herbicida, a isto tako i žetvu useva jer su unu-

tar sorte postojale značajne razlike u sazrevanju semena. Ovi nedostaci kao i mogućnost korišćenja heterozisa utiču na pronalaženje načina za proizvodnju hibridnog suncokreta. Prve komercijalne hibridne sorte suncokreta uvedene su u proizvodnju u Kanadi 1946. godine, a zvale su se Advent i Admiral. Kod ovih prvih hibridnih sorti korišćena su oba fertilna roditelja pa je procenat hibridizacije je bio manji od 50%. Stoga se efekat heterozisa nije mogao u potpunosti iskoristiti. Pronalaskom citoplazmatske muške sterilnosti (CMS) počinje nova era u proizvodnji suncokreta i hibridi na bazi CMS-a zauzimaju vodeće mesto u proizvodnji (Škorić i sar. 2006). Iako hibridi suncokreta potpuno dominiraju u proizvodnji treba napomenuti da u Rusiji još uvek postoje programi oplemenjivanja novih sorti ([www.vniimk.ru](http://www.vniimk.ru)).

Na području Balkanskog poluostrva suncokret je najznačajniji izvor jestivog ulja. Prosečna površina gajenja suncokreta u Srbiji u periodu od 2010 do 2016. iznosi 179.941 ha, sa prosečnim prinomom od 2,59 t ha<sup>-1</sup> (FAO, 2018). Zbog velike potražnje poljoprivrednih proizvođača za hibridima visokog prinosa zrna kao i prinosa i kvaliteta ulja, neophodna je konstattna izmena sortimenta, boljim, produktivnijim i stabilnijim hibridima suncokreta (Jokić i sar., 2016). Razvoj visokoproduktivnih hibrida suncokreta zahteva odabir genetski različitih roditelja i superiornog potomstva, koji pokazuju visok stepen heterozisa. Imajući u vidu da se suncokret proizvodi u različitim agro-ekološkim uslovima potrebno je posedovati odgovarajuću genetičku varijabilnost. Suncokret se smatra biljnom vrstom sa relativno uskom varijabilnošću i zato oplemejnivači koriste sve raspoložive resurse kako bi povećali genetsku varijabilnost, a time i šansu za stvaranjem visokoproduktivnih hibrida. Iako postoje mnoge prednosti u gajenju hibrida suncokreta,

sorte suncokreta mogu predstavljati značajan izvor genetske varijabilnosti sa rekombinacijama poželjnih gena koji mogu značajno unaprediti proizvodnju suncokreta.

Cilj ovog eksperimenta je bio ukrštanje genotipova suncokreta radi stvaranja nove genetičke varijabilnosti koja će doprineti efikasnijem stvaranju hibrida suncokreta povećanog prinosa semena i ulja.

### Materijal i metode

Početni materijal za ovo istraživanje sastojao se od 6 genotipova suncokreta odabranih na osnovu svojih agronomskih i proizvodnih karakteristika koji su u preliminarnim istraživanjima ispoljili divergentnost u ispitivanim osobinama: Azovski (R1), Kazachi (R2), Harkovski (R3), Lider (R4), Rodnik (R5) i Amaian (R6). Odabrani genotipovi suncokreta su međusobno ukrštani metodom nepotpunog dialela po Griffing-u (1956). Ukrštanje je rađeno u ranim jutarnjim časovima ručnom emaskulacijom. Stvoreno je 15 kombinacija ukrštanja ( $n*(n-1/2)$ ). Naredne sezone urađena je samooplodnja F1 generacije radi proizvodnje F2 generacije. U trećoj godini eksperimenta ogled je postavljen po slučajnom blok sistemu u tri ponavljanja, a u ogledu su se nalazili roditeljski genotipovi, F1 i F2 potomstvo. Roditeljski genotipovi i F1 potomstvo je sejano u 4 reda, dok je F2 potomstvo sejano u 10 redova, po ponavljanju. Analize nisu obuhvatile spoljne redove zbog rubnog efekta, a analizirano je po 10 biljaka za roditelje i F1 generaciju i 60 biljaka za F2 generaciju, po ponavljanju. Prinos semena po biljci izmeren je u laboratoriji tehničkom vagom sa tačnošću od 0,01 g, dok je sadržaj ulja u semenu određen nuklearnom magnetnom rezonancom (NMR-om) u čistom semenu i izražen u %.

Prosečan prinos ulja po biljci izračunat je primenom sledeće formule:

$$PUB = PSB*(SU/100) \text{ (g)}$$

PUB – prosečan prinos ulja po biljci

PSB – prosečan prinos semena po biljci

SU – prosečan sadržaj ulja u semenu

Koeficijent naslednosti, heritabilnost, u širem smislu ( $H^2$ ) računat je po Mather-u korišćenjem varijansi ( $\delta^2$ ) potomstava  $F_1$  i  $F_2$ , kao i oba roditelja (P1 i P2) primenom sledeće formule:

$$H = \frac{\delta^2 F_2 - (\delta^2 P1 + \delta^2 P2 + \delta^2 F_1)/3}{\delta^2 F_2} \times 100$$

Za poređenje prosečnih vrednosti genotipova upotrebljen je Dankanov višestruki test intervala za nivo značajnosti  $P \leq 0,05$ .

### Rezultati i diskusija

Glavni ciljevi u stvaranju produktivnih hibrida suncokreta jesu povećanje prinosa semena i sadržaja ulja, odnosno prinosa ulja po jedinici površine. Osnovni preduslov za stvaranje definisanog modela hibrida je stvaranje novih linija koje poseduju željene osobine kako bi u međusobnim ukrštanjima dale superiorno potomstvo za najveći broj agronomskih osobina, a na prvom mestu za prinos semena i ulja.

Analizom varijanse ispitivanih osobina utvrđena je statistički značajna razlika između genotipova korišćenih u ukrštanju, što nam govori o divergentnosti između ispitivanih genotipova što je i preduslov za napredak u oplemenjivanju (Tab. 1.).

Tabela 1. Analiza varijanse roditeljskih genotipova ispitivanih osobina suncokreta  
 Table 1. Analysis of variance of parental sunflower genotypes for investigated traits

Izvor variranja	DF	SS	MS	F-value
<b>Prinos semena po biljci (g)</b>				
Genotip	5	8760,78	1752,16	9,34**
Pogreška	12	2251,65	187,64	
Ukupno	17	11012,43		
<b>Sadržaj ulja u semenu (%)</b>				
Genotip	5	74,37	14,87	4,27*
Pogreška	12	41,79	3,48	
Ukupno	17	116,16		
<b>Prinos ulja po biljci (g)</b>				
Genotip	5	975,34	195,07	4,86*
Pogreška	12	481,19	40,10	
Ukupno	17	1456,52		

Izmerene prosečne vrednosti ispitivanih genotipova suncokreta prikazane su u tabeli 3. Analizirajući izmerene vrednosti ispitivanih osobina u  $F_1$  generaciji uočljivo je da se kod većine kombinacija ukrštanja ispoljio efekat heterozisa, obzirom na više vrednosti  $F_1$  generacije u odnosu na roditeljske genotipove. Rezultati eksperimenta su pokazali da je u pogledu prinosa semena po biljci roditeljskih genotipova najprinosniji bio genotip R1 sa prosečnim prinosom od 98,29 g, dok je genotip R3 ostvario najlošiji prosečan rezultat (46,52 g). Poredeći prosečne vrednosti u potomstvu  $F_2$  generacije, prve generacije u kojoj počinje odabir novih linija, najviše vrednosti izmerene su u potomstvima ukrštanja R5xR6 (79,75 g), R3xR5 (76,17 g) i R1xR2 (73,11 g). Najniže vrednosti prinosa semena po biljci u potomstvima  $F_2$  generacije izmerene su kod ukrštanja R1xR6 (50,06 g) i R4xR6 (50,14 g). U prethodnim istraživanjima drugih autora navodi se da vrednosti prinosa semena po biljci variraju od 9,76 g do 36,95 g (Sujatha et al., 2002; Supriya et al., 2017).

Kao glavne komponente prinosa semena i ulja suncokreta Škorić et al. (2000) navode broj biljaka po jedinici površine, broj semena po biljci, hektolitarsku masu, masu 1000 semena, nizak sadržaj ljuske i visok sadržaj ulja. U ranim istraživanjima o uticaju gena na formiranje sadržaja ulja utvrđeno je da se radi o visoko naslednoj osobini poligenetskog karaktera sa izraženim aditivnim efektom. Stoga se smatra da se selekcija na sadržaj ulja može početi u ranim generacijama oplemenjivanja. U pogledu sadržaja ulja genotipova koji su korišćeni u ukrštanju najviši prosek ostvario je genotip R4 (49,78%), dok je najniži prosečan sadržaj ulja izmeren kod genotipa R1 (44,35%). Poredeći  $F_2$  generacije najviše vrednosti sadržaja ulja u semenu izmerene su u potomstvima ukrštanja R4xR5 (51,07%), R3xR5 (49,80%) i R2xR3 (49,70%), dok su najniže vrednosti sadržaja ulja izmerene u  $F_2$  generaciji kod ukrštanja R1xR6 (44,42%). Osnovni pokazatelj produktivnosti suncokreta predstavlja prinos ulja (Škorić i sar., 2005). U pogledu prinosa ulja, očekivano, genotipovi sa visokim prosečnim

vrednostima prinosa semena ostvarili su i visok prinos ulja po biljci. Poredeći genotipove koji su korišćeni u ukrštanju najviši prinos ulja po biljci ostvario je genotip R1 (43,59 g), dok je najniži prosečan prinos ulja utvrđen kod genotipa R3 (21,45 g). U potomstvima  $F_2$  generacije najviše vrednosti prinosa ulja po biljci izračunate su u potomstvima ukrštanja R5xR6 (38,66 g), R3xR5 (37,65 g) i R4xR5 (36,55 g), dok je najniži prinos ulja po biljci izračunat u potomstvu ukrštanja R1xR6 (22,23 g).

Heritabilnost u širem smislu predstavlja udeo genetičke varijanse u ukupnoj fenotipskoj varijansi za posmatranu osobinu i izražava se u procentima od 0 do 100%. Na grafikonu 1 prikazane su vrednosti heritabilnosti u širem smislu za ispitivane osobine suncokreta pojedinačno po kombinacijama ukrštanja. Različite vrednosti heritabilnosti između kombinacija rezultat su genotipskih razlika kao i razlika u interakciji genotipa sa spoljašnjom sredinom. Prema izračunatoj heritabilnosti u širem smi-

Tabela 2. Prosečne vrednosti ispitivanih genotipova suncokreta po osobinama i generacijama  
Table 2. Average values of examined genotypes by traits and generations

Genotip	Prinos semena po biljci (g)		Sadržaj ulja (%)		Prinos ulja po biljci (g)	
R1	98,29 <sup>a</sup>	98,29 <sup>a</sup>	44,35 <sup>f</sup>	44,35 <sup>g</sup>	43,59 <sup>abc</sup>	43,59 <sup>a</sup>
R2	69,01 <sup>bcde</sup>	69,01 <sup>bcde</sup>	45,37 <sup>ef</sup>	45,37 <sup>fg</sup>	31,17 <sup>defg</sup>	31,17 <sup>bcdef</sup>
R3	46,52 <sup>e</sup>	46,52 <sup>f</sup>	46,18 <sup>def</sup>	46,18 <sup>defg</sup>	21,45 <sup>g</sup>	21,45 <sup>h</sup>
R4	75,49 <sup>abcd</sup>	75,49 <sup>bcd</sup>	49,78 <sup>abc</sup>	49,78 <sup>ab</sup>	37,50 <sup>bcde</sup>	37,5 <sup>abc</sup>
R5	66,66 <sup>bcde</sup>	66,66 <sup>bcdef</sup>	49,17 <sup>bcd</sup>	49,17 <sup>abcd</sup>	32,66 <sup>cdefg</sup>	32,66 <sup>bcdef</sup>
R6	54,81 <sup>de</sup>	54,81 <sup>def</sup>	45,42 <sup>ef</sup>	45,42 <sup>fg</sup>	24,81 <sup>fg</sup>	24,81 <sup>fgh</sup>
	$F_1$	$F_2$	$F_1$	$F_2$	$F_1$	$F_2$
R1xR2	62,50 <sup>cde</sup>	73,11 <sup>bcd</sup>	50,38 <sup>abc</sup>	46,46 <sup>cdefg</sup>	31,53 <sup>defg</sup>	33,95 <sup>bcde</sup>
R1xR3	85,91 <sup>abc</sup>	63,88 <sup>bcdef</sup>	51,38 <sup>abc</sup>	45,57 <sup>efg</sup>	44,16 <sup>abc</sup>	29,12 <sup>cdefgh</sup>
R1xR4	91,71 <sup>ab</sup>	56,50 <sup>cdef</sup>	49,47 <sup>bc</sup>	48,74 <sup>abcd</sup>	45,27 <sup>ab</sup>	27,53 <sup>defgh</sup>
R1xR5	81,69 <sup>abc</sup>	66,05 <sup>bcdef</sup>	51,87 <sup>ab</sup>	49,26 <sup>abcd</sup>	42,23 <sup>abcd</sup>	32,52 <sup>bcdef</sup>
R1xR6	85,91 <sup>abc</sup>	49,85 <sup>ef</sup>	50,41 <sup>abc</sup>	44,42 <sup>g</sup>	43,37 <sup>abc</sup>	22,23 <sup>gh</sup>
R2xR3	84,09 <sup>abc</sup>	61,77 <sup>bcdef</sup>	49,79 <sup>abc</sup>	49,70 <sup>ab</sup>	41,86 <sup>abcd</sup>	30,77 <sup>bcdefg</sup>
R2xR4	63,61 <sup>cde</sup>	70,81 <sup>bcde</sup>	49,34 <sup>bcd</sup>	46,40 <sup>cdefg</sup>	31,44 <sup>defg</sup>	32,87 <sup>bcdef</sup>
R2xR5	75,11 <sup>abcd</sup>	58,48 <sup>bcdef</sup>	48,26 <sup>cde</sup>	46,53 <sup>cdefg</sup>	36,17 <sup>bcdef</sup>	27,25 <sup>efgh</sup>
R2xR6	62,76 <sup>cde</sup>	70,24 <sup>bcde</sup>	48,84 <sup>bcd</sup>	49,51 <sup>abc</sup>	30,56 <sup>defg</sup>	34,66 <sup>bcde</sup>
R3xR4	89,60 <sup>ab</sup>	72,97 <sup>bcd</sup>	50,79 <sup>abc</sup>	48,11 <sup>abcd</sup>	45,39 <sup>ab</sup>	35,09 <sup>abcde</sup>
R3xR5	85,91 <sup>abc</sup>	76,17 <sup>bc</sup>	50,77 <sup>abc</sup>	49,80 <sup>ab</sup>	43,70 <sup>abc</sup>	37,65 <sup>abc</sup>
R3xR6	64,16 <sup>cde</sup>	55,23 <sup>cdef</sup>	52,00 <sup>ab</sup>	47,76 <sup>bcdef</sup>	33,37 <sup>cdef</sup>	26,37 <sup>efgh</sup>
R4xR5	95,83 <sup>a</sup>	71,60 <sup>bcd</sup>	53,13 <sup>a</sup>	51,07 <sup>a</sup>	50,92 <sup>a</sup>	36,55 <sup>abcd</sup>
R4xR6	56,16 <sup>de</sup>	50,14 <sup>ef</sup>	51,74 <sup>ab</sup>	48,67 <sup>abcde</sup>	29,04 <sup>efg</sup>	24,41 <sup>fgh</sup>
R5xR6	73,81 <sup>abcd</sup>	79,75 <sup>b</sup>	51,94 <sup>ab</sup>	48,62 <sup>abcde</sup>	38,34 <sup>bcde</sup>	38,66 <sup>ab</sup>
NZR <sub>0,05</sub>	18,90	17,95	2,54	2,61	9,15	7,80

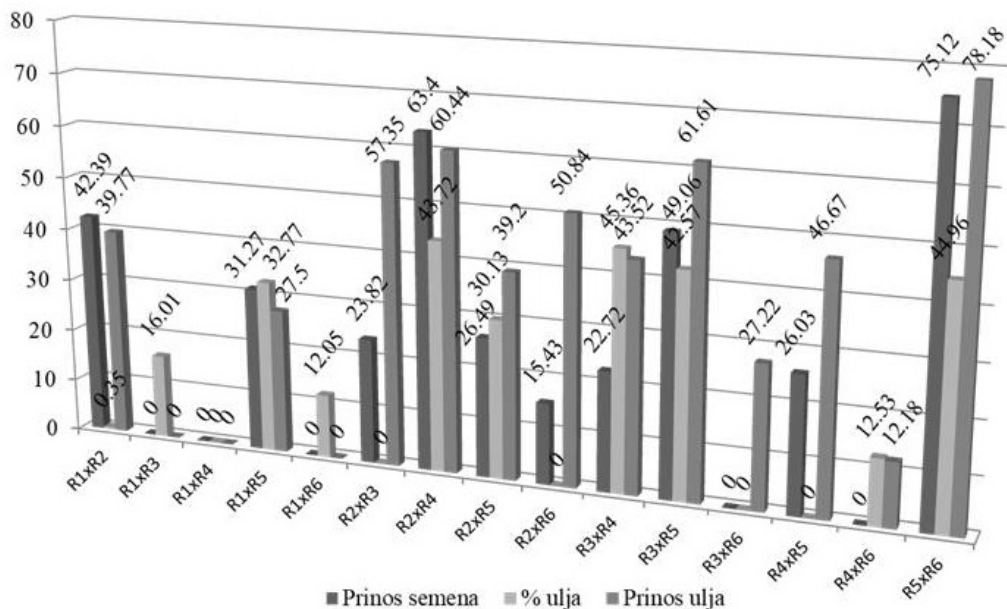
Vrednosti označene istim slovom se ne razlikuju značajno prema Dankanovom testu višestrukih intervala za  $p \leq 0,05$ .

Values with the same letter are not significantly different according to Duncan multiple range test for  $p \leq 0,05$ .

slu za prinos semena po biljci možemo zaključiti da su se prosečne vrednosti heritabilnosti kretale između 0 i 75,12% ukazujući da je u zavisnosti od kombinacije ukrštanja ekspresija ove osobine zavisila od većeg odnosno manjeg uticaja nenaslednih faktora na fenotipsku ekspresiju. Prinos semena kao složena osobina predstavlja zajedničku realizaciju biomorfoloških osobina biljke u određenim uslovima spoljne sredine. Prema ranijim istraživanjima upravo ta poligena karakteristika prinosa rezultuje niskom heritabilnošću što je otežavajuća okolnost u procesu oplemenjivanja (Mijić et al., 2009). Da se vrednosti heritabilnosti za ovu osobinu razlikuju u zavisnosti od genetičkog materijala potvrđuju i ranija istraživanja. Khan et al. (2008) su ispitujući 10 inbred linija i njihova međusobna ukrštanja izračunali visoku vrednost heritabilnosti u širem smislu za prinos

semena, dok su Khan (2001) i Mijić i sar. (2006) istakli značajan uticaj spoljašnje sredine na ekspresiju prinosa semena suncokreta. Analizirajući heritabilnost nekoliko osobina primenom različitih metoda u ukrštanjima 5 inbred linija suncokreta Marinković et al. (2012) navode da su se vrednosti heritabilnosti za prinos semena u širem smislu kretale od 0% do 80,64%.

Sadržaj ulja je važna komponenta prinosa i poznavanje heritabilnosti ove osobine je od velikog značaja za proces selekcije. Procena heritabilnosti ukazuje na ekspresivnost osobine pomoću koje genotip može da se oceni na osnovu fenotipa. Vrednosti heritabilnosti za sadržaj ulja kretale su se od 0 do 45,36% (Graf. 1). Prema navodima Marinković i sar. (2003) niže vrednosti heritabilnosti sadržaja ulja u semenu mogu biti rezultat osetljivosti ove osobine na ishranu biljke. U ranijim istraživanjima brojni autori su ustanovili



Grafikon 1. Heritabilnost u širem smislu ispitivanih osobina suncokreta.

Figure 1. Heritability in broad sense of investigated traits of sunflower

vili visok udeo genetičke u ukupnoj fenotipskoj varijansi (Sujatha et al., 2002; Leon et al., 2003; Mahmood and Mehdi, 2003). U pogledu prinosa ulja po biljci vrednosti heritabilnosti u širem smislu kretale su se između 0 i 78,18% (Graf. 1). Niske vrednosti heritabilnosti ukazuju da selekciju na tu osobinu treba raditi u kasnijim generacijama, dok visoke vrednosti upućuju na efikasnost selekcije već u ranijim generacijama. Mijić et al. (2009) su ustanovili niske vrednosti heritabilnosti u širem smislu za prinos ulja, dok su u novijim istraživanjima Vikas et al. (2015) i Supriya et al. (2017) ustanovili visoke vrednosti heritabilnosti u širem smislu za prinos ulja po biljci.

### Zaključak

Od ukupno 15 F2 populacija, više prosečne vrednosti prinosa semena i ulja po biljci u odnosu na roditelje ostvarene su kod 4 kombinacije ukrštanja. Ovakav rezultat navodi na zaključak da dobijene F2 generacije mogu predstavljati važan izvor nove genetičke varijabilnosti koja će se koristiti u oplemenjivačkom programu u cilju dobijanja produktivnijih hibrida suncokreta. Izračunati koeficijent naslednosti, heritabilnost, je ukazao da su u zavisnosti od kombinacije ukrštanja, genetičkog materijala, nenasledni faktori imali veći ili manji uticaj na ekspresiju ispitivanih osobina.

### Zahvalnica

Ovaj rad je rezultat projekata: „Razvoj novih sorti i poboljšanja novih tehnologija proizvodnje uljanih biljnih vrsta za različite name-  
ne Br. TR-31025“ i „Anatomska karakterizacija kolekcije divljih suncokreta, kao potencijalnog genofonda za oplemenjivanje gajenog suncokreta u Vojvodini Br. 114-451-2126/2016-03“, kao i Bilateralnog projekta Srbija-Nemačka broj 451-03-01732/2017-09/3.

### Literatura

- Bramley PM, Elmafda I, Kafatos A, Kelly FJ, Manios Y, Roxborough HE, Schuch W, Sheehy PJA, Wagner KH (2000): Vitamin E. *J. Sci. Food Agric.* 80: 913-938.
- FAOSTAT (2018): <http://faostat3.fao.org>
- Gotar AA, Berger M, Labalette F, Centis S, Dayde J, Calmon A (2008): Estimation of breeding potential for tocopherols and phytosterols in sunflower. *Proc. of the 17<sup>th</sup> International Sunflower Conference, Cordoba, Spain, 555-559.*
- Jokić G, Prole S, Butaš D, Ostojić B, Radeka I, Jocić S.(2016): Analiza parametara kvaliteta semena ns hibrida suncokreta posle dorade na gravitacionom stolu. *Selekcija i semenarstvo, Vol 22(2):1-9.*
- Griffing B (1956): Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian Journ. Biol. Sci.* 9: 463-496.
- Khan A (2001): Yield performance, heritability and interrelation in some quantitative traits in sunflower. *Helia, Vol 24 (34): 35-40.*
- Khan H, Ur-Rahman H, Ahmad H, Ali H, Alam I, Alam M (2008): Magnitude of heterozis and heritability in sunflower over environments. *Pak. J. Bot.* Vol 40 (1): 301-308.
- Leon AJ, Andrade FH, Lee M (2003): Genetic analysis of grain-oil concentration across generations and environments in sunflower. *Crop Sci.* 43: 135-140.
- Mahmood T, Mehdi SS (2003): Evaluation of S1 and S2 progenies of sunflower (*Helianthus annuus* L.) for seed yield, its components and resistance to charcoal rot (*Macrophomina phaseolina*). *Asian Journal of Plant Sciences, Vol 2 (11): 834-840.*

- Marinković R, Dozet B, Vasić D (2003): Oplemenjivanje suncokreta (monografija). DOO „Školska knjiga”, Novi Sad.
- Marinković R, Jocković M, Marjanović-Jeromela A, Atlagić J, Miladinović D, Radić V (2012): Application of different methods in the determination of heritability of some quantitative traits in the sunflower (*Helianthus annuus* L.) synthetic NS-S-1. Proc. of the 18<sup>th</sup> Sunf. Inter. Conf., February 27 - March 1st, Mar del Plata, Argentina, 669-673.
- Mijić A, Krizmanić M, Guberac V, Marić S (2006): Heritabilnost i međuzavisnost kvantitativnih svojstava suncokreta. Sjeminarstvo, 23: 347-357.
- Mijić A, Liović I, Zdunić Z, Marić S, Marjanović-Jeromela A, Jankulovska M (2009): Quantitative analysis of oil yield and its components in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Romanian Agricultural Research, 26: 41-46.
- Niki E, Noguchi N (2004): Dynamics of antioxidant action of vitamin E. Accounts Chem. Res. 37: 45-51.
- Patel MD, Thompson PD (2006): Phytosterols and vascular disease. Atherosclerosis, 186: 12-19.
- Seiler G, Jan CC (2010): Basic information. In J. Hu et al. (ed.) Genetics, genomics and breeding of sunflower. Science Publishers, Enfield, New Hampshire, USA: CRC Press, 1-40.
- Sujatha HL, Chikkadevaiah, Nandini (2002): Genetic variability study in sunflower inbreds. Helia, Vol 25 (37): 93-100.
- Supriya, SM, Kulkarni VV, Ranganatha CN, Suresha PG (2017): Quantitative Analysis of Oil Yield and Its Components in Newly Developed Hybrids of Sunflower (*Helianthus annuus* L.). International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, Vol 6 (8): 3088-3098.
- Škorić D, Jocić S, Molnar I (2000): General (GCA) and specific (SCA) combining abilities in sunflower. Proc. of the 15<sup>th</sup> Inter. Sunf. Conf. 12-15 June, Toulouse, France, 2: 23-30.
- Škorić D, Joksimović J, Jocić S, Jovanović D, Marinković R, Hladni N, Gvozdenović S (2005): Ocena vrednosti produktivnih svojstava NS-hibrida suncokreta. Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo, 41, 21-33.
- Škorić D, Jocić S, Jovanović D, Hladni N, Marinković R, Atlagić J, Panković D, Vasić D, Miladinović F, Gvozdenović S, Terzić S, Sakač Z (2006): Dostignuća u oplemenjivanju suncokreta. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, 42 (1): 131-171.
- Vikas K, Shankergoud I, Govindappa MR (2015): Evaluation and characterization of sunflower germplasm accessions for quantitative characters. Elect. J. of pl. Breed. Vol 6 (1): 257-263.  
www.vniimk.ru



## CREATING NEW GENETIC VARIABILITY WITH THE AIM OF INCREASING THE YIELD OF SEED AND OIL IN SUNFLOWER

Milan Jocković, Siniša Jocić, Sandra Cvejić, Dragana Miladinović, Sreten Terzić,  
Ana Marjanović-Jeromela, Jelena Ovuka, Slaven Prodanović, Vladimir Miklič

### Summary

Increasing yield of seed and oil in sunflower is certainly one of the most important imperatives in modern sunflower breeding. The aim of this experiment was to cross the sunflower genotypes in order to create a new genetic variation that will contribute in order to increase seed and oil yield. The material for this research included 6 sunflower genotypes selected on the basis of their agronomic and production characteristics. The crossing was done by incomplete diallel method in early morning hours by manual emasculation. The analysis of variance revealed the existence of a statistically significant difference between the genotypes used in crossing, which confirms that the selected parents differ in the examined properties. Comparing parents the highest average value of seed yield per plant was achieved by parent R1 (98.29 g), while the lowest seed yield per plant was achieved with parent R3 (46.52 g). The highest average value of seed yield per plant in the F2 generation was achieved with the combination R5 x R6 (79.75 g), while the lowest value was achieved with the combination R1 x R6 (49.85 g). In terms of oil yield, the highest average value was measured at parent R1 (43.59 g), while in the F2 generation the highest oil yield was achieved by the combination R5 x R6 (38.66 g). Of the total of 15 F2 populations, higher average yield of seed and oil per plant compared to parents were achieved in 4 cross combinations. This result leads to the conclusion that the obtained F2 generations can represent an important source of new genetic variability to be used in the breeding program in order to obtain more productive sunflower hybrids. Calculated coefficient of inheritance, heritability, indicated that depending on the crossing combination, genetic material, non-hereditary factors had a greater or lesser impact on the expression of investigated traits.

**Key words:** breeding, *Helianthus annuus* L., seed and oil yield, heritability

Primljen: 06.05.2018.

Prihvaćen: 12.06.2018.