



## Ocena NS hibrida suncokreta u mikro-ogledima preko interakcije hibrid x lokalitet

Igor Balalić • Vladimir Miklič • Siniša Jocić • Radovan Marinković •  
Sandra Cvejić • Nada Hladni • Dragana Miladinović

received: 4 April 2012, accepted: 3 October 2012

© 2012 IFVC

doi:10.5937/ratpov49-1772

**Izvod:** Cilj rada bio je da se ocene NS hibridi suncokreta na osnovu rezultata koje su ostvarili za prinos semena, sadržaja ulja u semenu i prinosa ulja u mreži mikro-ogleda u Srbiji tokom 2011. godine. Ispitivano je 9 hibrida na 14 lokaliteta. Prinos semena, sadržaj ulja u semenu i prinos ulja su se značajno razlikovali u mreži mikro-ogleda u ispitivanim regionima Srbije. Najveći prosečan prinos semena ostvarili su hibridi Sremac (3,67 t ha<sup>-1</sup>), Velja (3,62 t ha<sup>-1</sup>), Duško (3,56 t ha<sup>-1</sup>) i Novosađanin (3,55 t ha<sup>-1</sup>). Na lokalitetu Rimski šančevi postignut je značajno najveći prinos semena (4,48 t ha<sup>-1</sup>). Prosečan sadržaj ulja za 9 hibrida, gajenih na 14 lokaliteta iznosio je 47,25%. Najveći prosečan sadržaj ulja u semenu ostvarili su hibridi Baća (50,26%), NS-H-111 (48,91%), Bačvanin (48,70%) i Novosađanin (47,83%). Prosečan prinos ulja u Srbiji iznosio je 1,63 t ha<sup>-1</sup>. Najveći prosečan prinos ulja imali su hibridi Baća (1,71 t ha<sup>-1</sup>), Novosađanin (1,70 t ha<sup>-1</sup>), Velja (1,67 t ha<sup>-1</sup>), Sremac (1,63 t ha<sup>-1</sup>) i NS-H-111 (1,63 t ha<sup>-1</sup>). Lokaliteti sa najvećim prinosom ulja su bili Rimski šančevi (2,03 t ha<sup>-1</sup>) i Sombor (1,96 t ha<sup>-1</sup>). Na osnovu rezultata četvorogodišnjih ispitivanja u regionu Vojvodine, opšti prosek prinosa 9 hibrida iznosio je 3,35 t ha<sup>-1</sup>. Prinos semena iznad opšteg proseka postigli su hibridi Duško, Sremac i Velja, pri čemu je hibrid Duško imao najveći prinos (3,56 t ha<sup>-1</sup>). Kao najstabilniji hibridi za prinos semena i prinos ulja na ispitivanim lokalitetima, na osnovu AMMI1 biplota, pokazali su se Duško, Sremac i Baća, a za sadržaj ulja Baća, Bačvanin i NS-H-111.

**Ključne reči:** AMMI1 biplot, hibridi, interakcija, lokalitet, mikro-ogledi, prinos semena, prinos ulja, sadržaj ulja, suncokret, ulja

### Uvod

Suncokret (*Helianthus annuus* L.) je jedna od glavnih uljarica, koja se gaji u mnogim delovima sveta (Hu et al. 2010). U Srbiji je suncokret najznačajnija uljana kultura i godinama postiže stabilne proizvodne rezultate. Potražnja proizvođača u Srbiji, kao i na svetskom tržištu, za što kvalitetnijim i rodnijim hibridima zahteva brzu izmenu sortimenta sa boljim, kvalitetnijim i stabilnijim hibridima suncokreta. Stvaranje rodnijih hibrida, uz primenu odgovarajućih agrotehničkih mera koje smanjuju uticaj limitirajućih faktora u proizvodnji, doprinose povećanju prinosa.

Glavni cilj u proizvodnji suncokreta je postizanje visokih prinosa semena i ulja (Pereyra & Aquirrezabal 2007, Kaya & Kolsarici 2011). Kulture koje se gaje za proizvodnju ulja, kao što su suncokret, uljana repica, soja ili kukuruz, obično se seju u različitim uslovima spoljašnje sredine. Različite godine, lokaliteti ili rokovi setve razlikuju se u varijacijama temperature i solarne radijacije u vreme sinteze ulja u semenu suncokreta (Izquierdo et al. 2009). Prinos semena, kvalitet i prinos ulja zavise od hibrida i njegove interakcije sa faktorima spoljašnje sredine. Ove osobine su veoma varijabilne, kako između godina ispitivanja, tako i između različitih lokaliteta. Usled interakcije

I. Balalić\* • V. Miklič • S. Jocić • R. Marinković •  
S. Cvejić • N. Hladni • D. Miladinović  
Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30,  
21000 Novi Sad, Serbia  
e-mail: igor.balalic@ifvns.ns.ac.rs

Acknowledgement: This study is a part of the project TR031025 titled „Razvoj novih sorti i poboljšanje tehnologija proizvodnje uljanih biljnih vrsta za različite namene” funded by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia.

hibrida sa faktorima sredine vrednosti njihovih osobina se mogu promeniti do te mere da se menja i njihov poredak u različitim sredinama (godina, lokalitet), a što može znatno da oteža izbor najboljih hibrida. Novi hibridi moraju se testirati u različitim sredinama (lokaliteti, godine), kako bi se na osnovu dobijenih rezultata odabrali hibridi visokog i stabilnog prinosa semena i ulja. Zbog toga je za izbor i preporuku hibrida veoma značajna stabilnost njihovih osobina u različitim sredinama.

Za ocenu interakcije jedan od najznačajnijih i najviše korišćenih metoda je metod glavnih efekata i višestruke interakcije (AMMI - *Additive Main Effects and Multiplicative Interaction*) prema Gauch & Zobel (1996). Ovom analizom se otkriva visoko značajna komponenta interakcije koja ima odgovarajuće agronomsko značenje.

Cilj rada je ocena novosadskih hibrida suncokreta na osnovu rezultata koje su postigli za prinos semena, sadržaj ulja i prinos ulja u mreži mikro-ogleda, postavljenih na različitim lokalitetima u Srbiji tokom 2011. godine. Primenom AMMI1 biplota oceniće se interakcija hibrid  $\times$  lokalitet za navedene osobine.

### Materijal i metod rada

U cilju ocene prinosa semena, sadržaja ulja i prinosa ulja, tokom 2011. godine izvedeni su mikro-ogledi na 14 lokaliteta: Rimski šančevi (RŠ), Vrbas (VB), Senta (SE), Šupljak (ŠU), Sombor (SO), Aleksa Šantić (AŠ), Kikinda (KI), Zrenjanin (ZR), Banatska Topola (BT), Pančevo (PA), Vršac (VŠ), Neštin (NE), Bosut (BO) i Negotin (NE), sa 9 hibrida suncokreta (Duško, Novosađanin, Sremac, NS-H-111, Vladimir, Baća, Branko, Velja i Bačvanin) stvorenih u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo iz Novog Sada. Veličina osnovne parcelice iznosila je 28 m<sup>2</sup>. Dva srednja reda (isključujući rubne biljke) korišćena su za berbu. Veličina neto parcele iznosila je 13,3 m<sup>2</sup> (0,7 x 0,25 x 76). Ogledi su postavljeni po slučajnom blok sistemu u 4 ponavljanja, uz primenu optimalne agrotehnike. Tokom vegetacije vršena su fenološka opažanja i merenja. U radu je analiziran prinos semena (t ha<sup>-1</sup>), sadržaj ulja (%) i prinos ulja (t ha<sup>-1</sup>). Sadržaj ulja u čistom semenu određen je metodom nuklearno-magnetne rezonance (NMR) prema Granlund & Zimmerman (1975). Prinos ulja izračunat je kao proizvod prinosa semena i sadržaja ulja i izražen je u t ha<sup>-1</sup>.

Obrada podataka urađena je primenom analize varijanse dvofaktorijskog ogleda prema modelu slučajnog blok sistema. Na osnovu vrednosti sredine kvadrata pogreške, izračunate su LSD vrednosti za poređenje razlika između hibrida i lokaliteta. Korišćen je program Statistica 9.1. Interakcija je prikazana pomoću AMMI1 biplota, pri čemu su glavni efekti (hibrid, lokalitet) predstavljeni na apscisi, a vrednosti skorova za prvu interakcijsku komponentu (IPC1) na ordinati. Za izradu biplota korišćen je Excel (macro) prema Lipkovich & Smith (2002).

### Rezultati i diskusija

#### *Prinos semena suncokreta*

Prinos semena, kao najvažnija osobina kod suncokreta, bio je najčešći predmet istraživanja brojnih autora (Punia & Gill 1994, Škorić & Marinković 1990, Marinković 1992, Cecconi et al. 2000, Laureti et al. 2007, Šimić et al. 2008, Nasreen et al. 2011). Utvrđene su značajne razlike između hibrida i lokaliteta u ovoj osobini (Chandra et al. 2011).

Prosečan prinos semena suncokreta u mikro-ogledima izvedenim u Srbiji, uzimajući u obzir 9 hibrida i 14 lokaliteta, iznosio je 3,46 t ha<sup>-1</sup> (Tab. 1).

Najveći prosečan prinos semena u Srbiji postigli su hibridi Sremac (3,67 t ha<sup>-1</sup>) i Velja (3,62 t ha<sup>-1</sup>), koji su ostvarili značajno viši prinos od opšteg proseka. Duško (3,56 t ha<sup>-1</sup>) i Novosađanin (3,55 t ha<sup>-1</sup>) su takođe postigli prinos iznad opšteg proseka (Tab. 1).

U toku 2011. godine, na lokalitetu Rimski šančevi postignut je značajno najveći prinos semena suncokreta (4,48 t ha<sup>-1</sup>). Na tom lokalitetu skoro svi NS hibridi dali su veći prinos od 4 t ha<sup>-1</sup>. Takođe, na lokalitetu Sombor izmeren je prinos veći od 4 t ha<sup>-1</sup>. Prinos semena značajno viši od opšteg proseka (3,46 t ha<sup>-1</sup>) postignut je na lokalitetima Vrbas, Senta, Aleksa Šantić, Kikinda i Vršac. Samo na tri lokaliteta (Šupljak, Bosut i Negotin) prinos semena bio je ispod 3 t ha<sup>-1</sup>. Na pojedinim lokalitetima neki hibridi su ostvarili izuzetno visoke prinose, preko 4 t ha<sup>-1</sup>. Tako je npr. hibrid Sremac na četiri lokaliteta (Rimski šančevi, Vrbas, Sombor i Vršac) postigao prinos preko 4 t ha<sup>-1</sup> (Tab. 1).

Tabela 1. Prinos semena (t ha<sup>-1</sup>) hibrida sunčokreta u mreži mikroogleda u Srbiji 2011. godine  
 Table 1. Seed yield (t ha<sup>-1</sup>) of sunflower hybrids obtained in a network of small-plot trials in Serbia in 2011

Hibrid Hybrid	Lokalitet/ Location												Prosek Mean																							
	Rimski Sančevi	Vrbas	Senta	Šupljak	Sombor	Aleksa Santić	Kikinda	Zrenjanin	Banatska Topola	Pančevo	Višac	Neštin		Bosut	Negoštin																					
1 Duško	4,73	4,02	3,97	2,87	4,02	3,54	3,60	3,75	3,36	3,66	3,93	2,69	2,99	2,70	3,56																					
2 Novosadanin	4,73	3,98	4,12	2,57	4,26	3,81	3,18	3,16	3,50	3,44	3,62	3,25	3,51	2,62	3,55																					
3 Stremac	4,72	4,74	3,82	2,26	4,27	3,85	3,83	3,68	3,37	3,95	4,01	3,06	3,07	2,72	3,67																					
4 NS-H-111	3,68	3,76	3,50	2,43	3,81	3,52	3,53	3,22	3,34	3,63	3,46	3,16	2,67	3,10	3,34																					
5 Vladimir	4,43	3,40	3,72	2,35	4,20	3,71	3,69	2,97	2,94	3,10	3,61	3,19	3,46	2,25	3,36																					
6 Bača	4,80	3,56	3,68	2,25	3,68	3,67	3,77	3,64	3,29	3,43	3,72	2,73	2,71	2,80	3,41																					
7 Branko	4,30	3,19	3,62	2,45	3,75	3,14	3,75	2,70	3,26	3,16	3,62	3,13	2,93	3,08	3,29																					
8 Velja	4,64	3,67	3,82	2,46	3,93	3,77	3,91	3,84	3,21	3,97	4,17	3,29	2,79	3,28	3,62																					
9 Bačvanin	4,25	4,02	3,34	2,46	4,18	3,59	3,68	3,04	2,78	3,21	4,00	2,92	2,09	2,77	3,31																					
Prosek lokaliteta Mean over location	4,48	3,82	3,73	2,45	4,01	3,62	3,66	3,33	3,23	3,51	3,79	3,05	2,91	2,81	3,46																					
LSD	Hibridi/ Hybrids												LSD												Hibrid × lokalitet/ Hybrid × location											
0,05	0,13												0,16												0,49											
0,01	0,17												0,21												0,64											

### *Sadržaj ulja suncokreta*

Sadržaj ulja je osobina koja je određena genetskim potencijalom određenog hibrida uz značajno variranje pod uticajem faktora spoljašnje sredine, ali i njihove interakcije. Sadržaj ulja uglavnom je determinisan dužinom trajanja perioda od cvetanja do fiziološke zrelosti, kako su utvrdili Gontcharov & Zaharova (2008). U sušnim godinama sadržaj ulja je niži nego u vlažnim, naročito ukoliko se nedostatak vlage javlja u periodu cvetanje-sazrevanje (Marinković i sar. 2003). Škorić & Marinković (1990) su utvrdili da je sadržaj ulja varirao između 35,9% do 53,4% u zavisnosti od godine ispitivanja. Do sličnih rezultata došao je i Dušanić (1998).

Prosečan sadržaj ulja za 9 hibrida u mikro-ogledima postavljenim na 14 lokaliteta u Srbiji tokom 2011. godine iznosio je 47,25% (Tab. 2). Slične rezultate navode Miklič i sar. (2009), koji su u mikro-ogledima sa 20 hibrida zasejanih na 13 lokaliteta dobili u proseku 47,72% ulja. U 2010. godini, kako navode Miklič i sar. (2011), u regionu Vojvodine postignut je u proseku niži sadržaj ulja (43,69%) za 13 hibrida zasejanih na 10 lokaliteta, dok su za iste hibride na 3 lokaliteta u centralnoj Srbiji dobili 46,10% ulja.

Visoko značajno najveći sadržaj ulja u odnosu na ostale ispitivane hibride, pokazali su Baća, NS-H-111, Bačvanin i Novosađanin. U proseku za svih 14 lokaliteta hibrid Baća postigao je sadržaj ulja preko 50% (Tab. 2).

Kao veoma povoljni lokaliteti za sintezu ulja pokazali su se Bosut i Šupljak, sa preko 49% ulja. Značajno veći sadržaj ulja od opšteg proseka je ostvaren i na lokalitetima Sombor i Neštin. Na lokalitetu Bosut, 4 hibrida (Baća, Novosađanin, Bačvanin i NS-H-111) je nakupilo preko 50% ulja. Kod hibrida Baća je na čak 7 lokaliteta (Sombor, Bosut, Šupljak, Kikinda, Neštin, Banatska Topola, Vršac) izmeren sadržaj ulja preko 50% (Tab. 2).

Kao što se vidi iz dobijenih rezultata mikro-ogleda izvedenih u 2011. godini, sadržaj ulja u velikoj meri je varirao u zavisnosti od lokaliteta. Da lokalitet u velikoj meri utiče na sadržaj ulja potvrđuju i rezultati Luquez et al. (2002), koji su na 17 lokaliteta u Argentini dobili variranje sadržaja ulja koje se kretalo od 38,7% do 48,2%.

### *Prinos ulja suncokreta*

Osnovni cilj gajenja suncokreta je dobijanje što veće količine ulja po jedinici površine. Prinos ulja zavisi od prinosa semena i sadržaja ulja u semenu (Škorić i sar. 2005). Do smanjenja sadržaja ulja dovode visoke temperature, naročito one preko 25°C u periodu cvetanja, što dovodi do smanjenja prinosa ulja. To je složena osobina uslovljena genetskim faktorima, uslovima spoljne sredine, kao i njihovom interakcijom, kako navode Fick & Miller (1997).

Prosečan prinos ulja u 2011. godini, uključujući 9 hibrida i 14 lokaliteta u Srbiji, iznosio je 1,63 t ha<sup>-1</sup> (Tab. 3). Slične rezultate navode Miklič i sar. (2010), kada je prosečan prinos ulja za region Vojvodine u 2009. godini, uzimajući u obzir 19 hibrida i 11 lokaliteta, iznosio 1,61 t ha<sup>-1</sup>. Značajno niži prinos ulja u mikro-ogledima u 2010. godini (region Vojvodine), uključujući 11 hibrida i 10 lokaliteta, saopštavaju Miklič i sar. (2011).

Značajno veći prinos ulja od opšteg proseka postigli su hibridi Baća i Novosađanin. Hibrid Baća je postigao najveći prinos ulja u mikro-ogledima izvedenim tokom 2011. godine i to na lokalitetu Rimski šančevi (2,40 t ha<sup>-1</sup>). Hibrid Velja je dao prinos ulja na nivou opšteg proseka. Značajno viši prinos ulja od opšteg proseka imali su hibridi na lokalitetu Rimski šančevi (2,03 t ha<sup>-1</sup>), Sombor (1,96 t ha<sup>-1</sup>), Vršac, Vrbasi Kikinda (Tab. 3).

### *Interakcija hibrid $\times$ lokalitet primenom multivariacionog modela*

Veličina interakcije genotip  $\times$  spoljašnja sredina (G $\times$ E) proizilazi iz variranja nekontrolisanih činilaca, kao što su na primer klimatski faktori koji iz godine u godinu variraju (Adugna & Labuschang 2002). Stoga je bitno u proizvodnji koristiti stabilne hibride suncokreta, koji se dovoljno dobro ponašaju u različitim uslovima. Ceccareli (1994) i Piepho (1998) navode da poljoprivredni proizvođači stabilnost prinosa smatraju najznačajnijim socio-ekonomskim ciljem u biljnoj proizvodnji i to naročito u ekstremnim uslovima spoljašnje sredine. AMMI analiza je jedan od najinformativnijih i najuspešnijih modela u tumačenju interakcije (Annicchiarico 1997, Schoeman 2003, Zorić 2008). AMMI1 biplot daje mogućnost da se na slikovit način predstavi interakcija hibrid  $\times$  lokalitet. U radu je prikazan AMMI1 biplot radi lakšeg tumačenja dobijenih rezultata, uzimajući

Tabela 2. Sadržaj ulja u semenu (%) hibrida sunčokreta u mreži mikroogleda u Srbiji 2011. godine  
 Table 2. Seed oil content (%) of sunflower hybrids obtained in a network of small-plot trials in Serbia in 2011

Hibrid Hybrid	Lokalitet/ Location													Prosek Mean																									
	Šančevi Rimski	Vrbas	Senja	Šupljak	Sombor	Aleksa Šantić	Kikinda	Zrenjanin	Banatska Topola	Pančevo	Višac	Neštin	Posut		Negotin																								
1 Duško	43,32	45,85	43,61	47,56	46,59	44,06	45,68	44,96	46,05	43,75	46,24	45,11	48,17	44,15	45,36																								
2 Novosadainin	46,39	49,15	47,00	49,12	49,43	47,11	48,62	45,98	48,11	44,43	47,85	48,08	51,50	46,84	47,83																								
3 Sremac	44,01	43,04	43,97	47,58	45,53	43,58	44,29	44,71	46,47	43,71	44,27	45,27	47,77	41,55	44,70																								
4 NS-H-111	47,10	49,55	47,39	50,33	49,13	47,20	48,96	47,56	50,29	48,38	50,61	49,43	51,30	47,52	48,91																								
5 Vladimir	43,72	47,76	44,60	48,64	48,02	46,59	46,55	45,36	46,45	45,10	48,36	47,46	49,55	44,50	46,62																								
6 Baća	49,99	49,55	48,86	51,52	52,66	49,56	51,37	49,76	50,77	47,78	50,66	51,20	51,70	48,20	50,26																								
7 Branko	43,91	46,32	44,02	49,53	48,53	45,44	46,51	46,31	47,72	45,63	46,30	47,27	49,29	47,05	46,70																								
8 Velja	43,58	45,22	45,17	47,63	49,31	44,68	46,25	46,42	48,88	45,86	45,57	48,07	47,62	42,19	46,17																								
9 Bačvanin	45,08	49,27	46,49	50,15	50,14	48,53	48,54	47,62	49,71	46,94	49,94	50,80	51,49	47,04	48,70																								
Prosek lokaliteta Mean over location	45,23	47,30	45,68	49,12	48,81	46,30	47,42	46,52	48,27	45,73	47,75	48,08	49,82	45,45	47,25																								
LSD	Hibridi/ Hybrids													Lokaliteti/ Locations													Hibrid × lokalitet/ Hybrid × location												
0,05	0,51													0,64													1,94												
0,01	0,68													0,85													2,55												

Tabela 3. Prinos ulja (t ha<sup>-1</sup>) hibrida suncokreta u mreži mikrookleđa u Srbiji 2011. godine  
 Table 3. Seed oil yield (t ha<sup>-1</sup>) of sunflower hybrids obtained in a network of small-plot trials in Serbia in 2011

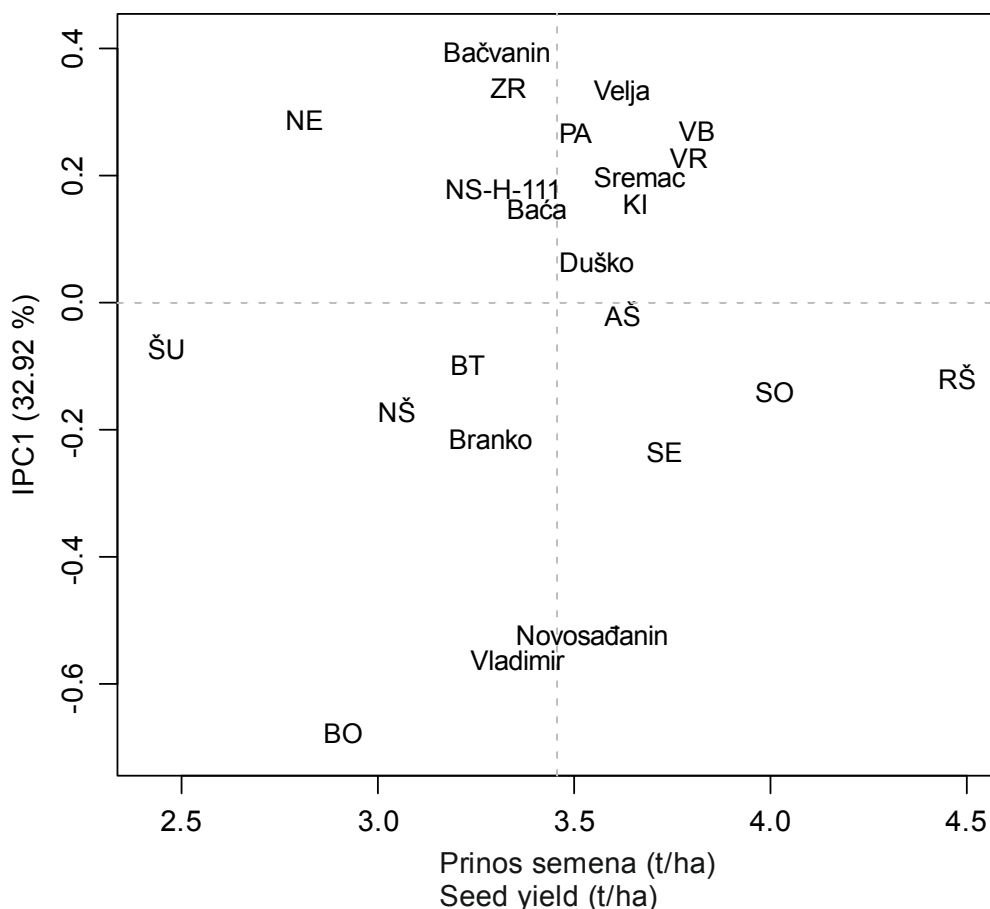
Hibrid Hybrid	Lokalitet/ Location													Prosek Mean																									
	Rimski Sančevi	Vrbas	Senja	Šupljak	Sombor	Aleksa Santić	Kikinda	Zrenjanin	Banatska Topola	Pančevo	Vršac	Neštin	Bosut		Negotin																								
1 Duško	2,05	1,84	1,73	1,36	1,87	1,56	1,64	1,68	1,55	1,60	1,81	1,22	1,44	1,19	1,61																								
2 Novosadanin	2,20	1,96	1,94	1,26	2,10	1,79	1,55	1,45	1,68	1,53	1,73	1,56	1,80	1,23	1,70																								
3 Stremac	2,08	2,04	1,68	1,07	1,95	1,68	1,70	1,65	1,57	1,72	1,77	1,39	1,47	1,13	1,63																								
4 NS-H-111	1,74	1,86	1,66	1,22	1,87	1,66	1,73	1,53	1,68	1,76	1,75	1,56	1,37	1,47	1,63																								
5 Vladimir	1,94	1,63	1,66	1,14	2,02	1,73	1,72	1,35	1,37	1,40	1,75	1,51	1,71	1,01	1,57																								
6 Bača	2,40	1,76	1,80	1,15	1,94	1,82	1,93	1,81	1,67	1,64	1,89	1,40	1,40	1,35	1,71																								
7 Branko	1,89	1,47	1,59	1,21	1,82	1,43	1,74	1,25	1,55	1,44	1,68	1,48	1,45	1,45	1,53																								
8 Velja	2,03	1,66	1,72	1,16	1,94	1,69	1,81	1,78	1,57	1,82	1,90	1,58	1,33	1,38	1,67																								
9 Bačvanin	1,92	1,98	1,55	1,23	2,10	1,74	1,78	1,45	1,38	1,51	2,00	1,48	1,08	1,30	1,61																								
Prosek lokaliteta Mean over location	2,03	1,80	1,70	1,20	1,96	1,68	1,73	1,55	1,56	1,60	1,81	1,46	1,45	1,28	1,63																								
LSD	Hibridi/ Hybrids													Lokaliteti/ Locations													Hibrid × lokalitet/ Hybrid × location												
0,05	0,06													0,08													0,24												
0,01	0,08													0,10													0,32												

u obzir saopštenje Gauch & Zobel (1996). Ovi autori su na osnovu analize većeg broja radova u vezi primene AMMI modela u oceni interakcije genotip  $\times$  spoljašnja sredina zaključili da je AMMI model sa značajnom prvom glavnom komponentom (IPC1) bio najbolji model za adekvatnu ocenu interakcije.

Kod AMMI1 biplota na  $x$ -osi predstavljene su vrednosti glavnih efekata hibrida i lokaliteta, a na  $y$ -osi vrednosti skorova za prvu interakcijsku komponentu (IPC1). Svakom hibridu i lokalitetu pripada tačka čija je prva koordinata vrednost glavnog efekta, dok je druga koordinata interakcijski skor dobijen pomoću AMMI modela. Drugim rečima, projekcija hibrida odnosno lokaliteta na  $x$ -osu ukazuje na razlike u glavnim efektima, dok projekcija na  $y$ -osu ukazuje na razlike u interakcijskom efektu. Hibridi i lokaliteti sa velikim IPC1 skorovima, bilo pozitivnim ili negativnim, proizvode

veliki interakcijski efekat. Mali IPC1 skorovi hibrida ukazuju da su oni pod manjim uticajem lokaliteta, odnosno da su stabilniji (Zobel et al. 1988, Marjanović et al. 2011). Hibridi grupisani na grafičkom prikazu imaju sličnu adaptabilnost, dok grupisani lokaliteti ispoljavaju sličan uticaj na dati hibrid ili grupu hibrida (Balalić 2010).

Grafički prikaz AMMI1 modela za prinos semena pokazuje da je varijacija lokaliteta ( $2,45-4,48 \text{ t ha}^{-1}$ ) bila mnogo veća u odnosu na hibride ( $3,31-3,67 \text{ t ha}^{-1}$ ), čime se pokazuje različitost agroekoloških uslova u kojima su hibridi gajeni. Sa agronomskog stanovišta poželjni su hibridi čije su vrednosti IPC1 bliske nuli, a prosečne vrednosti oko i iznad opšteg proseka (Balalić 2010, Marjanović et al. 2011). Hibridi Duško, Bača i NS-H-111, sa prinosom semena na nivou opšteg proseka i Sremac, sa prinosom iznad opšteg proseka, imali su najmanji IPC1 skor, što bi značilo da su bili pod najmanjim uticajem lokaliteta, tj. da



Grafik 1. AMMI1 biplot za prinos semena suncokreta

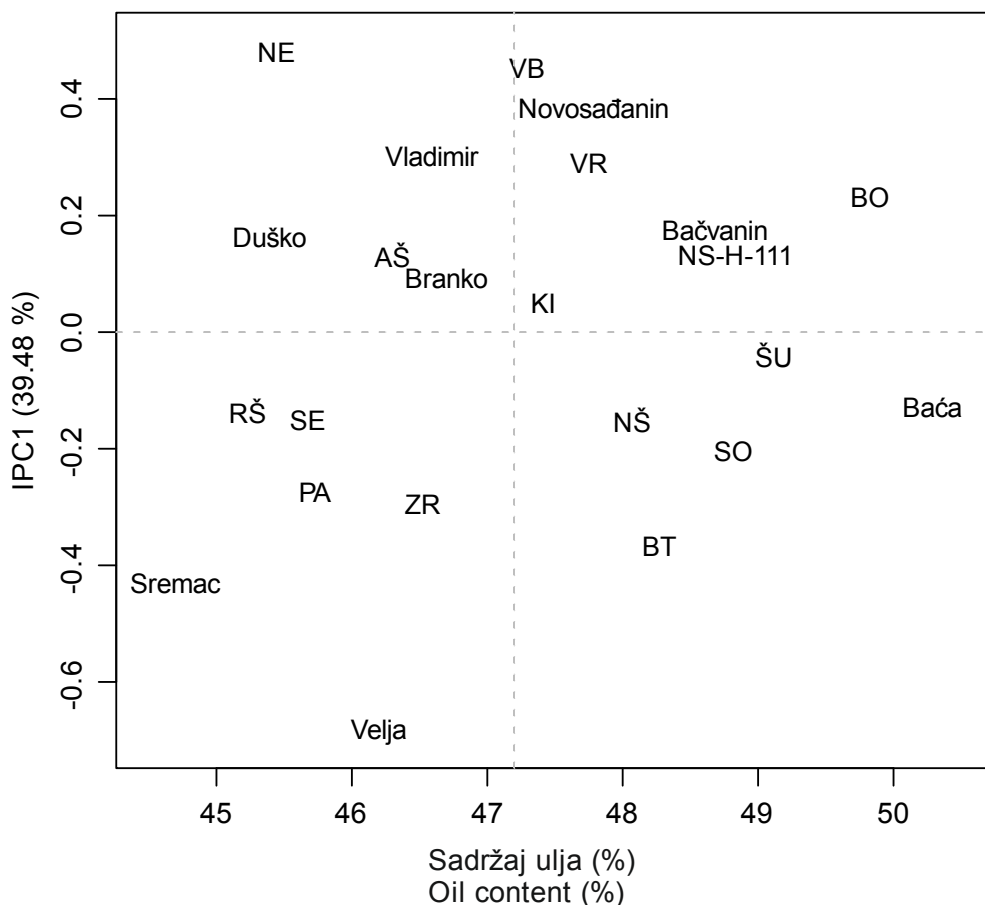
Figure 1. AMMI1 biplot for seed yield in sunflower

su imali dobru stabilnost prinosa semena u svim lokalitetima. Hibridi Vladimir i Novosađanin, sa velikim IPC1 skorovima su bili pod velikim uticajem lokaliteta. Branko je bio intermedijaran u odnosu na ostale hibride u pogledu stabilnosti. Kao lokaliteti sa stabilnim ponašanjem hibrida i sa prinosom semena iznad opšteg proseka ističu se AŠ, RŠ i SO. Uočljivo je grupisanje hibrida. Prvu grupu činili su hibridi Duško, Baća, NS-H-111, Sremac, Velja i Bačvanin, u drugoj grupi bio je samo hibrid Branko, dok su treću grupu činili Vladimir i Novosađanin. Hibridi i lokaliteti sa istim predznakom IPC1 ose imaju pozitivnu interakciju. Ukoliko hibridi i lokaliteti imaju različit predznak IPC1 skora, tada postoji negativna interakcija (Crossa et al. 1990). Tako su hibridi Duško, Sremac, Velja, Baća, NS-H-111 i Bačvanin bili u pozitivnoj interakciji sa lokalitetima KI, VR, VB i PA. Najveći doprinos interakciji pokazali su lokaliteti BO, NE i ZR.

Na lokalitetima BO i NE prinos semena bio je značajno niži od opšteg proseka (Graf. 1).

Za razliku od prinosa semena, sadržaj ulja je pokazao sličnu varijaciju hibrida (45,36%) i lokaliteta (45,23-49,82%), što je i za očekivati s obzirom na genetsku prirodu ove osobine. Hibridi Baća, Bačvanin i NS-H-111, sa malim IPC1 skorovima, izdvojili su se po stabilnosti i visokom sadržaju ulja. Velja i Novosađanin, sa velikim IPC1 skorovima su bili pod velikim uticajem lokaliteta. Uočava se najmanje variranje hibrida u sadržaju ulja na lokalitetima ŠU i KI, s obzirom na njihov nizak IPC1 skor. Bačvanin i NS-H-111, sa značajno višim sadržajem ulja iznad opšteg proseka, bili su u pozitivnoj interakciji sa lokalitetima KI, VR i BO (Graf. 2).

Stvaranje hibrida sa što većim prinosom ulja po jedinici površine predstavlja glavni cilj oplemenjivača. Pri tome, potrebno je da hibridi za tu osobinu pokazuju stabilnost u različitim



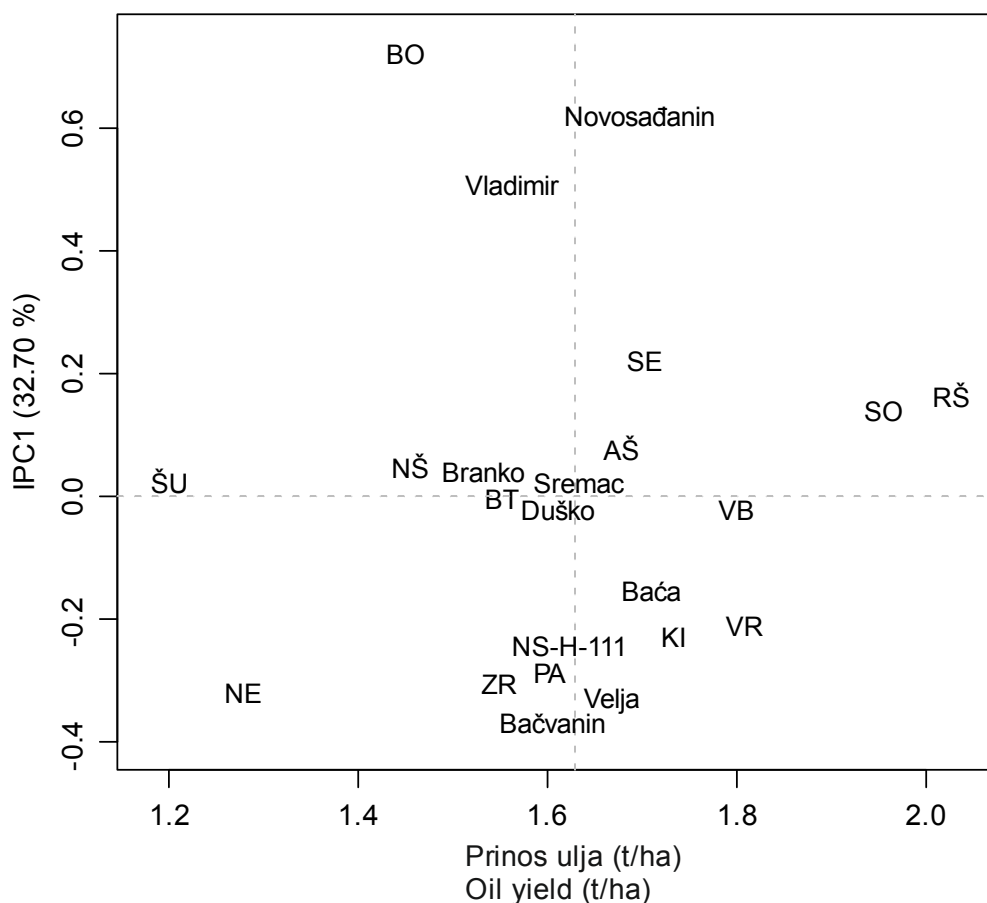
Grafik 2. AMMI1 biplot za sadržaj ulja suncokreta  
Figure 2. AMMI1 biplot for oil content in sunflower



agroekološkim uslovima (Mijić i sar. 2006). Iz tog razloga se novi hibridi moraju testirati u različitim sredinama (lokaliteti, godine). Na osnovu toga se odabiraju hibridi stabilnog i visokog prinosa ulja. U mikro-ogledima u 2011. godini varijacija lokaliteta ( $1,20-2,03 \text{ t ha}^{-1}$ ) u prinosu ulja bila je mnogo veća u odnosu na hibride ( $1,53-1,71 \text{ t ha}^{-1}$ ), što je veoma slično sa prinosom semena. Hibridi Sremac i Duško, sa srednjim vrednostima na nivou opšteg proseka, ispoljili su najveću stabilnost, pošto se nalaze veoma blizu linije stabilnosti. I hibrid Baća, sa značajno najvećom srednjom vrednošću prinosa ulja, pokazao je zadovoljavajuću stabilnost u 2011. godini. Najveći doprinos interakciji pokazali su lokaliteti BO, NE i ZR. Zanimljivo doprinos interakciji za prinos ulja imali su lokaliteti VB, AŠ i ŠU, što bi značilo da su hibridi gajeni na tim lokalitetima imali ujednačenije prinose ulja u odnosu na druge lokalitete (Graf. 3).

*Rezultati prinosa semena u višegodišnjim ispitivanjima NS hibrida suncokreta*

Kako bi se što bolje ocenile vrednosti pojedinih NS hibrida suncokreta, analizirani su rezultati četvorogodišnjih ispitivanja prinosa semena u mikro-ogledima izvedenim u regionu Vojvodine (Tab. 4). U četvorogodišnjem periodu (2008–2011), opšti prosek prinosa 9 hibrida iznosio je  $3,35 \text{ t ha}^{-1}$ . Prinos semena iznad opšteg proseka dalo je tri hibrida (Duško, Sremac i Velja), pri čemu je hibrid Duško imao najveći prinos ( $3,56 \text{ t ha}^{-1}$ ). Posmatrajući godine ispitivanja, primećuje se da su prosečni prinosi semena u 2008, 2009. i 2011. godini bili podjednaki, sa većim prosekom u odnosu na 2010. godinu. Niži prosečni prinosi u 2010. su uzrokovani nepovoljnim vremenskim prilikama za proizvodnju suncokreta u toj godini. Generalna odlika 2010. godine je zakasnela setva usled vremenskih i zemljišnih uslova koji su otežavali setvu u optimalnom roku (prva



Grafik 3. AMMI1 biplot za prinos ulja suncokreta

Figure 3. AMMI1 biplot for oil yield in sunflower

dekada aprila). U početnom delu vegetacije bilo je problema sa napadom zečeva koji su na pojedinim parcelama proredili sklop, a ponegde prouzrokovali i presejavanje useva. Krajem aprila i u prvoj polovini maja, usledio je period obilnih padavina i niskih temperatura. Došlo je do usporavanja razvoja biljaka suncokreta, a na nekim parcelama i do jake fitotoksičnosti pojedinih herbicida usled spiranja u zonu korenovog sistema. Usled prezasićenosti zemljišta vodom i formiranja vodoleža na pojedinim parcelama, došlo je do potpunog propadanja biljaka usled nedostatka kiseonika u zoni korenovog sistema. U maju i junu dolazilo je do čestih promena temperature vazduha, što je uticalo stresno na biljke u fazi butonizacije i početka cvetanja.

Imajući u vidu činjenicu da nepovoljni uslovi sredine predstavljaju ograničavajući faktor u proizvodnji suncokreta (Škorić i sar. 2006, Miklič i sar. 2008), bilo bi neophodno u ispitivanja osim lokaliteta, kao faktor uvesti i godine. Na taj način bi se bolje sagledao uticaj agroekoloških uslova na realizaciju genetskog potencijala hibrida suncokreta.

### Zaključak

Na osnovu dobijenih rezultata ispitivanja prinosa semena, sadržaja ulja i prinosa ulja suncokreta, kod 9 hibrida gajenih u mikro-ogledima na 14

lokaliteta u 2011. godini u Srbiji, mogu se izvesti sledeći zaključci:

– U mreži mikro-ogleda tokom 2011. godine prosečan prinos semena u Srbiji, posmatrajući sve hibride i lokalitete, iznosio je 3,46 t ha<sup>-1</sup>. Najveći prosečan prinos semena ostvarili su hibridi Sremac (3,67 t ha<sup>-1</sup>), Velja (3,62 t ha<sup>-1</sup>), Duško (3,56 t ha<sup>-1</sup>) i Novosađanin (3,55 t ha<sup>-1</sup>).

– U 2011. prosečan sadržaj ulja iznosio je 47,25%. Visoko značajno najveći sadržaj ulja u odnosu na ostale ispitivane hibride, pokazali su Baća, NS-H-111, Bačvanin i Novosađanin. U proseku za svih 14 lokaliteta, hibrid Baća postigao je sadržaj ulja preko 50%.

– Za sve hibride i lokalitete opšti prosek prinosa ulja bio je 1,63 t ha<sup>-1</sup>. Hibridi Novosađanin i Velja dali su prinos ulja iznad opšteg proseka, dok je kod hibrida Baća izmeren prinos od preko 1,70 t ha<sup>-1</sup>. Hibrid Baća je postigao najveći prinos ulja u mikro-ogledima izvedenim tokom 2011. godine i to na lokalitetu Rimski šančevi (2,40 t ha<sup>-1</sup>).

– Grafički prikaz AMMI1 modela za prinos semena i prinos ulja pokazao je da je varijacija lokaliteta bila mnogo veća u odnosu na hibride, čime se pokazuje različitost agroekoloških uslova u kojima su hibridi gajeni. Za sadržaj ulja bila je podjednaka varijabilnost hibrida i lokaliteta. Hibridi Duško, Baća i NS-H-111, sa prinosom semena na nivou opšteg proseka i Sremac, sa

Tabela 4. Prinos semena (t ha<sup>-1</sup>) hibrida suncokreta u mreži mikroogleda u Vojvodini u periodu od 2008-2011. godine

Table 4. Seed yield (t ha<sup>-1</sup>) of sunflower hybrids obtained in a network of small-plot trials in Vojvodina in the period 2008-2011

Hibrid Hybrid	2008	2009	2010	2011	2008-2011
	Prosek Mean	Prosek Mean	Prosek Mean	Prosek Mean	Prosek Mean
1 BAČVANIN	3,40	3,38	2,82	3,35	3,24
2 NS-H-111	3,49	3,57	2,92	3,36	3,34
3 VELJA	3,67	3,46	2,93	3,65	3,43
4 BAĆA	3,60	3,52	2,72	3,45	3,32
5 SREMAC	3,62	3,62	2,98	3,74	3,49
6 DUŠKO	3,79	3,75	3,08	3,63	3,56
7 BRANKO	3,35	3,49	2,50	3,31	3,16
8 NOVOSAĐANIN	3,38	3,74	2,68	3,62	3,35
9 VLADIMIR	3,59	3,53	2,65	3,44	3,30
Prosek / Mean	3,54	3,56	2,81	3,51	3,35

prinosom iznad opšteg proseka, imali su najmanji IPC1 skor, što znači da su bili pod najmanjim uticajem lokaliteta. Baća, Bačvanin i NS-H-111, sa malim IPC1 skorovima, izdvojili su se po stabilnosti i visokom sadržaju ulja. Hibridi Sremac i Duško, sa srednjim vrednostima prinosa ulja na nivou opšteg proseka, ispoljili su najveću stabilnost. I hibrid Baća, sa značajno najvećom srednjom vrednošću prinosa ulja, pokazao je zadovoljavajuću stabilnost u 2011. godini. Hibrid Baća se pokazao stabilnim za sve tri ispitivane osobine, sa vrednostima većim od opšteg proseka za sadržaj i prinos ulja, i na nivou proseka za prinos semena. Duško, Sremac, Velja, Baća, NS-H-111 i Bačvanin, u pogledu prinosa semena, bili su u pozitivnoj interakciji sa lokalitetima Kikinda, Vršac, Vrbas i Pančevo. Bačvanin i NS-H-111, sa značajno višim sadržajem ulja iznad opšteg proseka, bili su u pozitivnoj interakciji sa lokalitetima Kikinda, Vršac i Bosut. Zanimljivi doprinos interakciji za prinos ulja pokazali su lokaliteti Vrbas, Aleksa Šantić i Šupljak.

–Opšti prosek prinosa semena u četvorogodišnjem periodu (2008–2011) za region Vojvodine, uzimajući u obzir 9 hibrida, iznosio je 3,35 t ha<sup>-1</sup>. Prinos semena iznad opšteg proseka dala su tri hibrida (Duško, Sremac i Velja). Prosečni prinosi semena u 2008, 2009 i 2011. godini bili su podjednaki, sa većim prosekom u odnosu na 2010. godinu. Niže vrednosti prinosa u 2010, mogu se objasniti lošijim vremenskim prilikama za proizvodnju suncokreta u odnosu na ostale tri ispitivane godine.

## Literatura

- Aduagna, W., & Labushange, M. T. (2002). Genotype-environment interactions and phenotypic stability analysis of linseed in Ethiopia. *Plant Breeding*, 121, 66-71.
- Annicchiarico, P. (1997). Joint regression vs. AMMI analysis of genotype-environment interactions for cereals in Italy. *Euphytica*, 94, 53-62.
- Balalić, I. (2010). *Multivarijaciona analiza uticaja interakcije hibrida i rokova setve na sadržaj ulja, prinos i komponente prinosa suncokreta* (Doctoral dissertation). University of Novi Sad, Faculty of Agriculture.
- Ceccarelli, S. (1994). Specific adaptation and breeding for marginal conditions. *Euphytica*, 77, 205-219.
- Cecconi, M., Srebernich, R., & Luciani, N. (2000). Diallel analysis in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Genetic and phenotypic correlations for some agronomical and physiological characters. *Proc 15th International Sunflower Conference*, Toulouse, France, 18-27.
- Chandra, B. S., Kumar, S. S., Ranganadha, A. R. G., & Dudhe, M. Y. (2011). Combining ability studies for development of new hybrids over environments in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *J Agr Sci*, 3(2), 230-237.
- Crossa, J., Gauch, H. G., & Zobel, R. W. (1990). Additive main effects and multiplicative interaction analysis of two international maize cultivar trials. *Crop Sci*, 30, 493-500.
- Dušanić, N. (1998). *Uticaj gustine useva na dinamiku rastanja i prinos hibrida suncokreta, kao i neke mikroklimatske činioce* (Doctoral dissertation). University of Novi Sad, Faculty of Agriculture.
- Fick, G. N., & Miller, J. F. (1997). Sunflower breeding. In: A. A. Schneiter (ed.). *Sunflower Technology and Production*. ASA, CSSA & SSSA, Madison, WI, 395-439.
- Gauch, H. G., & Zobel, R. W. (1996). AMMI analysis of yield trials. In: M. S. Kang & H. G. Gauch (eds.). *Genotype by environment interaction*. (pp. 85-122). CRS Press, Boca Raton, Florida, USA.
- Gontcharov, S., & Zaharova, M. (2008). Vegetation period and hybrid sunflower productivity in breeding for earliness. *Proc. 17th International Sunflower Conf.*, Cordoba, Spain, 531-533.
- Granlund, M., & Zimmerman, D. C. (1975). Effect of drying conditions on oil contents of sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed determined by wide-line Nuclear Magnetic Resonance (NMR). *North Dakota Acad Sci Proc*, 27, 128-132.
- Hu, J., Seiler, G., & Kole, C. (2010). *Genetics, genomics and breeding of sunflower*. Routledge, USA.
- Izquierdo, N. G., Aguirrezabal, L. A. N., Andrade, F. H., Geroudet, C., Valentinuz, O., & Pereyra, I. M. (2009). Intercepted solar radiation affects oil fatty acid composition in crop species. *Field Crops Res*, 114, 66-74.
- Kaya, M. D., & Kolsarici, O. (2011). Seed yield and oil content of some sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids irrigated at different growth stages. *African J. Biotechnol*, 10(22), 4591-4595.
- Laureti, D., Del Gatto, A., & Pieri, S. (2007). Commercial sunflower hybrid evaluation in east central Italy. *Helia*, 30, 141-144.
- Lipkovich, I., & Smith, E. P. (2002). *Biplot and singular value decomposition macros for Excel*. Retrieved from: <http://filebox.vt.edu/stats/artsci/vining/keying/biplot/.doc>
- Luquez, J. E., Aguirrezabal, L. A. N., Agüero, M. E., & Pereyra, V. R. (2002). Stability and adaptability of cultivars in non-balanced yield trials. *Comparison of methods for grain yield and quality in "high oleic" sunflower*. Retrieved from: <http://www.inta.gov.ar>
- Marinković, R. (1992). Path-coefficient analysis of some yield components of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Euphytica*, 60, 201-205.
- Marinković, R., Dozet, B., & Vasić, D. (2003). *Oplemenjivanje suncokreta*. Školska knjiga, Novi Sad.
- Marjanović-Jeromela, A., Terzić, S., Zorić, M., Marinković, R., Atlagić, J., Mitrović, P., & Milovac, Ž. (2011). Ocena stabilnosti prinosa semena i ulja NS sorti uljane repice (*Brassica napus* L.). *Ratar. Povrt*, 48(1), 67-76.
- Mijić, A., Krizmanić, M., Guberac, V., & Marić, S. (2006). Stabilnost prinosa ulja nekoliko OS hibrida suncokreta. *Poljoprivreda*, 12, 5-10.
- Miklić, V., Jocić, S., Miladinović, D., Dušanić, N., & Hladni, N. (2008). Changes in seed oil content of sunflower (*Helianthus annuus* L.), as affected by harvesting date. *Proc 17th International Sunflower Conference*, Cordoba, Spain 1, 281-285.
- Miklić, V., Balalić, I., Jocić, S., Marinković, R., Hladni, N., Gvozdenović, S., & Stojšin, V. (2009). Produktivnost NS hibrida suncokreta u multilokacijskim ogledima i preporuka sortimenta za setvu u 2009. godini. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, 46, 293-310.

- Miklić, V., Balalić, I., Jocić, S., Marinković, R., Cvejić, S., Hladni, N., & Miladinović D. (2010). Ocena stabilnosti prinosa semena i ulja NS hibrida suncokreta u mikro-ogledima i preporuka srtimenta za setvu u 2010. godini. *Ratar. Povrt.* 47, 131-146.
- Miklić, V., Balalić, I., Jocić, S., Marinković, R., Cvejić, S., Hladni, N., & Miladinović, D. (2011). Produktivnost NS hibrida suncokreta u mikro-ogledima u Srbiji u 2010. godini. *Ratar. Povrt.* 48, 57-66.
- Nasreen, S., Fatima, Z., Ishaque, M., Mohmad, A. S., Khan, M., Khan, R., & Chaudhary, F. (2011). Heritability analysis for seed yield and yield related components in sunflower (*Helianthus annuus* L.) based on genetic difference. *Pak J Bot.* 43(2), 1295-1306.
- Pereyra-Irujo, G. A., & Acquirrezábal, L. A. N. (2007). Sunflower yield and oil quality interactions and variability: Analysis through a simple simulation model. *Agric Forest Meteorol.* 143, 252-265.
- Piepho, H. P. (1998). Methods for comparing the yield stability of cropping systems—A review. *J Agron Crop Sci.* 180, 193-213.
- Punia, M. S., & Gill, H. S. (1994). Correlations and path coefficient analysis for seed yield traits in sunflower. *Helia.* 20, 7-12.
- Schoeman, L. J. (2003). *Genotype  $\times$  environment interaction in sunflower (*Helianthus annuus*) in South Africa.* (Doctoral dissertation). University of the Free State, Bloemfontein, South Africa.
- Šimić, B., Ćosić, J., Liović, I., Krizmanić, M., & Poštić, J. (2008). The influence of weather conditions on economic characteristics on sunflower hybrids in macro experiments from 1997 to 2007. *Proc. 17th International Sunflower Conference*, Cordoba, Spain, 261-263.
- Škorić, D., & Marinković, R. (1990). Stanje u oplemenjivanju i aktuelna problematika u proizvodnji suncokreta. Zbornik radova, *Savetovanje o unapređenju uljarstva Jugoslavije*, Herceg Novi, 24-27.04, 1-15.
- Škorić, D., Joksimović, J., Jocić, S., Jovanović, D., Marinković, R., Hladni, N., & Gvozdrenović, S. (2005). Ocena vrednosti produktivnih svojstava NS-hibrida suncokreta. *Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, 41, 21-33.
- Škorić, D., Joksimović, J., Jocić, S., Jovanović, D., Marinković, R., Hladni, N., & Gvozdrenović, S. (2006). Rezultati dvogodišnjih ispitivanja novosadskih hibrida suncokreta u mikro-ogledima. *Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, 42, 61-74.
- Zobel, R.W., Wright, M. J., & Gauch, H. G. (1988). Statistical analysis of a yield trial. *Agron J.* 80, 388-393.
- Zorić, M. (2008). *Analiza interakcije genotipa i spoljašnje sredine u oplemenjivanju kukuruza primenom multivarijacionih modela* (Doktorska disertation). University of Belgrade, Faculty of Agriculture.

## Evaluation of NS Sunflower Hybrids in Small-Plot Trials via Hybrid $\times$ Location Interaction

Igor Balalić • Vladimir Miklić • Siniša Jocić • Radovan Marinković • Sandra Cvejić • Nada Hladni • Dragana Miladinović

**Summary:** The aim of this study was to evaluate NS sunflower hybrids on the basis of the results of seed yield, seed oil content and oil yield obtained in a network of small-plot trials in Serbia in 2011. The trial included 9 hybrids and 14 locations. Seed yield, seed oil content and oil yield were significantly different in small-plot trials in the investigated regions of Serbia. The highest average seed yield was produced by Sremac (3.67 t ha<sup>-1</sup>), Velja (3.62 t ha<sup>-1</sup>), Duško (3.56 t ha<sup>-1</sup>) and Novosađanin (3.55 t ha<sup>-1</sup>). On the location Rimski šančevi the seed yield (4.48 t ha<sup>-1</sup>) was significantly highest. Average oil content for hybrids grown in 14 locations was 47.25%. Hybrids Baća (50.26%), NS-H-111 (48.91%), Bačvanin (48.70%) and Novosađanin (47.83%) showed the highest average seed oil content. The highest average oil yield was produced by Baća (1.71 t ha<sup>-1</sup>), Novosađanin (1.70), Velja (1.67 t ha<sup>-1</sup>), Sremac (1.63 t ha<sup>-1</sup>) and NS-H-111 (1.63 t ha<sup>-1</sup>). Locations with the highest oil yield were Rimski šančevi (2.03 t ha<sup>-1</sup>) and Sombor (1.96 t ha<sup>-1</sup>). In the four-year trials in Vojvodina, the average seed yield of 9 hybrids was 3.35 t ha<sup>-1</sup>. Seed yield over general mean was reached by three hybrids (Duško, Sremac and Velja). The highest seed yield was reached by hybrid Duško (3.56 t ha<sup>-1</sup>). AMMI1 biplot showed that most stable and with high seed and oil yield were the hybrids Duško, Sremac and Baća, and for oil content Baća, Bačvanin and NS-H-111.

**Key words:** AMMI1 biplot, hybrids, interaction, location, oil content, oil yield, oils, seed yield, small-plot trials, sunflower