

Interpretacija interakcije hibrida i roka setve za masu 1000 semena suncokreta

Igor Balalić • Miroslav Zorić • Jovan Crnobarac

received: 14 May 2012, accepted: 19 July 2012

© 2012 IFVC

doi:10.5937/ratpov49-1998

Izvod: U radu je analiziran efekat interakcije hibrida i roka setve na masu 1000 semena suncokreta. U eksperiment su bila uključena tri hibrida (Miro, Rimi i Pobednik) u osam rokova setve. Ogled je postavljen po slučajnom blok sistemu u četiri ponavljanja tokom trogodišnjeg perioda (2005-2007). Analiza interakcije hibrida i roka setve izvršena je primenom linearno-bilinearnog AMMI modela (glavni efekti i višestruka interakcija). Trofaktorijalnom analizom varijanse utvrđen je visoko značajan ($p < 0,01$) doprinos godine (46,2%), hibrida (27,4%) i roka setve (8,4%) na masu 1000 semena. Sve interakcije drugog i trećeg reda takođe su ispoljile visoku značajnost. Iz interakcije hibrida i roka setve izdvojena je prva visoko značajna interakcijska komponenta (IPC1) kojom je objašnjeno 82,3% ukupne varijanse. Na osnovu grafičkog prikaza istaknuta je sličnost hibrida Miro i Rimi u interakciji. Hibrid Pobednik sa najvećom masom 1000 semena razlikovao se od preostala dva hibrida u glavnom efektu i u interakciji. U ranijim rokovima setve (R1, R2) ostvarene su najveće vrednosti mase 1000, dok je od R3 primetno opadanje vrednosti. Dobijene su korelacije klimatskih varijabla i IPC1 kojima se daje agronomski značaj u interpretaciji interakcije.

Ključne reči: AMMI model, klimatske varijable, masa 1000 semena, suncokret

Uvod

Suncokret (*Helianthus annuus* L.) je jedna od najvažnijih uljanih kultura u mnogim delovima sveta (Hu et al., 2010). U Srbiji spada među najznačajnije uljane kulture sa aspekta industrijske prerade i ljudske ishrane. Posle broja biljaka po jedinici površine i broja semena po biljci, masa 1000 semena predstavlja treću značajnu komponentu prinosa semena. Za uspešnu proizvodnju suncokreta potrebno je poznavati krupnoću, tj. masu 1000 semena, jer ona utiče na način setve, setvenu normu, kvalitet hibridnog semena i prinos semena po jedinici površine (Marinković i sar., 2003). Variranje mase 1000 semena karakteristično je za različite hibride na jednom lokalitetu, kao i za isti hibrid na

različitim lokalitetima (Marinković et al., 1994). Prema Dušaniću (1998) masa 1000 semena zavisila je od godine ispitivanja, hibrida i gustine useva. Sa povećanjem broja biljaka po jedinici površine masa 1000 semena značajno opada.

Na masu 1000 semena utiču u velikoj meri, pored gustine useva i roka setve, faktori spoljašnje sredine (vlažnost zemljišta, temperatura i relativna vlažnost vazduha, kvalitet zemljišta i dr.), kako navode Marinković i sar. (2003). Između mase 1000 semena i prinosa semena postoji visoka pozitivna korelacija (Marinković, 1992, El-Hosary et al., 1999, Joksimović i sar., 1999, Dušanić et al., 2004, Kaya et al., 2007).

Agronomi svoju preporuku u vezi sa sortimentom zasnivaju na nivou produktivnosti hibrida, zanemarujući efekat interakcije hibrida sa spoljašnjom sredinom. Pošto je interakcija u

I. Balalić* • M. Zorić
Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30,
21000 Novi Sad, Serbia
e-mail: igor.balalic@ifvcns.na.ac.rs

J. Crnobarac
University of Novi Sad, Faculty of Agriculture,
Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Serbia

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.

poljoprivrednim ogledima često prisutna, potrebno je primeniti odgovarajuće statističke metode koje će je što efikasnije analizirati i utvrditi moguće uzroke. Među multivarijacionim metodama, jedan od najznačajnijih i najviše korišćenih je linearno–bilinearni AMMI model (Gauch & Zobel, 1996). Ovim modelom reakcija genotipa u datoj sredini predstavljena je glavnim efektima i jednom ili više multiplikativnih komponenti koje imaju odgovarajuće agronomsko značenje. Gauch (1988) ga smatra inicijalnim modelom u analizi agronomskih podataka jer omogućuje analitički pristup u dijagnozi drugih pogodnijih statističkih modela. AMMI model može biti od koristi u povećanju preciznosti procene prinosa. Dobit u preciznosti procene prinosa ekvivalentna je povećanju broja ponavljanja (Gauch & Zobel, 1996), što može biti iskorišćeno u smanjenju cene testiranja genotipa preko smanjenja broja ponavljanja odnosno, povećanju broja genotipova u ogledu.

Cilj rada je da se ispita efekat interakcije hibrida i roka setve na masu 1000 semena suncokreta u trogodišnjem eksperimentu. Pored toga, ocenjene su i agronomske osnove interakcije hibrida i roka setve, koristeći klimatske uslove tokom izvođenja eksperimenta.

Materijal i metod rada

Za analizu interakcije hibrida i rokova setve odabrana su tri hibrida suncokreta (Miro, Rimi i Pobednik) iz oplemenivačkog programa Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu. Hibridi su zasejani u osam rokova setve, počev od 20.03. sa razmakom od 10 dana (R1 20.03, R2 30.03, R3 10.04, R4 20.04, R5 30.04, R6 10.05, R7 20.05, R8 30.05.), tokom trogodišnjeg perioda (2005, 2006. i 2007). Eksperiment je postavljen po slučajnom blok sistemu u 4 ponavljanja, na oglednom polju Instituta za ratarstvo i povrtarstvo na Rimskim šančevima. Seme hibrida posejano je u 6 redova sa razmakom 70×25 cm sa 2-3 semenke u kućici. Prvi i šesti red služili su kao zaštitni, dok su se za analize koristila četiri unutrašnja reda. Masa 1000 semena određivana je na slučajnom uzorku apsolutno čistog i vazdušno suvog semena.

Faze rasta suncokreta (V i R – vegetativna i reproduktivna faza) utvrđene su prema Schreiner & Miller (1981) na sledeći način: V4 – faza 6 listova (faza 1), R1 – butonizacija (faza 2), R5.8 – cvetanje (faza 3) i R9 – fiziološka zrelost (faza 4). U cilju

tumačenja interakcije hibrida i rokova setve, kao dodatne informacije korišćene su srednje dekadne vrednosti klimatskih parametara: maksimalna temperatura (tmx), minimalna temperatura (tmn), srednja dnevna temperatura (tsd), relativna vlažnost vazduha (rv), kao i dekadna suma padavina (pa), odnosno dekadna suma dužine osunčavanja (os), prema podacima Republičkog hidrometeorološkog zavoda u Beogradu (<http://www.hidmet.sr.gov.rs>). Na osnovu meteoroloških podataka definisane su klimatske varijable čiji su nazivi navedeni po fazama razvoja suncokreta: faza šest listova (tmx_6l, tmn_6l, tsd_6l, pa_6l, os_6l, rv_6l), faza butonizacije (tmx_bu, tmn_bu, tsd_bu, pa_bu, os_bu, rv_bu), faza cvetanja (tmx_cv, tmn_cv, tsd_cv, pa_cv, os_cv, rv_cv) i faza fiziološke zrelosti (tmx_fz, tmn_fz, tsd_fz, pa_fz, os_fz, rv_fz).

Fiksni model trofaktorijalne analize varijanse urađen je u programu STATISTICA 9.1 (StatSoft, Inc. 2011) kako bi se utvrdila statistička značajnost faktora (godine, hibrida i rokova setve) i njihovih interakcija. Interakcija hibrida i roka setve je analizirana na kombinovanim podacima primenom AMMI modela (Gauch & Zobel, 1996). Rezultati su prikazani grafički, pri čemu su glavni efekti hibrida i roka setve predstavljeni na apscisi, a vrednosti prve interakcijske komponente AMMI modela na ordinati. Za izradu biplota korišćen je Excel dodatak za biplot (Lipkovich & Smith, 2002). Korelacija između interakcijskih parametara AMMI modela i klimatskih varijabla utvrđena je prostim linearnim koeficijentom korelacije.

Rezultati istraživanja i diskusija

Veoma je značajno da seme hibrida suncokreta, koje se koristi za setvu ima visoku vrednost mase 1000 semena. Takvo seme nakuplja više rezerve hrane pa biljke koje se razvijaju iz embriona brže rastu, što je često veoma bitno u nepovoljnim agroekološkim uslovima. S obzirom na činjenicu da postoji značajna pozitivna korelacija između mase 1000 semena i prinosa (El-Hosary et al., 1999, Dušanić i sar., 2004, Kaya et al., 2007) u interesu je korišćenje hibrida sa što većim vrednostima ove osobine.

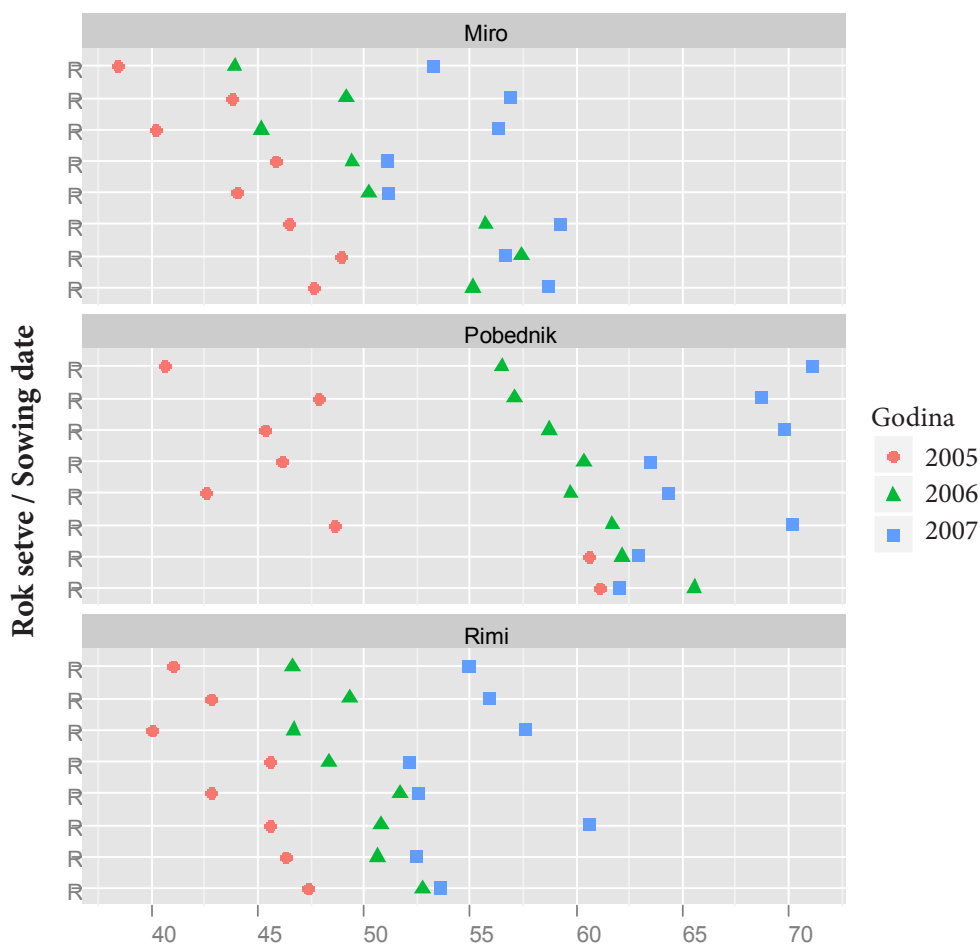
Posmatrajući pojedinačne godine istraživanja, uočava se da je masa 1000 semena imala najveću vrednost u 2007, dok je najslabiji rezultat postignut u 2005. godini (Graf. 1), što je posledica nepovoljnih vremenskih prilika. Kako bi se pravilno analizirali dobijeni rezultati, neophodno

je imati u vidu činjenicu da su tokom izvođenja eksperimenta vladali različiti vremenski uslovi. Prva godina istraživanja bila je najnepovoljnija za rast i razvoj suncokreta, sa najvećom količinom padavina tokom vegetacionog perioda od kada se suncokret gaji u našoj zemlji (Maširević & Dedić, 2006). Ovakve vremenske prilike su izazvale ekstremnu pojavu oboljenja bele truleži glave (*Sclerotinia sclerotiorum*) kao posledicu velikih količina padavina tokom juna, jula i avgusta, što je uticalo na značajno smanjenje prinosa suncokreta u masovnoj proizvodnji tokom 2005. godine.

Hibrid Rimi postigao je najmanje vrednosti mase 1000 semena (43,93 g), a najveće hibrid Pobednik (49,10 g). Na osnovu eksperimenta koji je izveden u regionu Udina i Osima, Laureti & Pieri (2007) ukazuju na niže vrednosti mase 1000 semena (50,5 g) tokom 2005. u odnosu na vrednosti ove osobine

tokom 2002. godine (61,7 g). U uslovima Irana masa 1000 semena kretala se između 36,0 g i 50,0 g (Beg et al., 2007), dok su se vrednosti koje je dobio Nel (2001) tokom dvogodišnjeg eksperimenta u uslovima Južne Afrike kretale između 59,4 g i 78,5 g. U ispitivanjima koje je sprovedla Gvozdenović (2006) masa 1000 semena se kretala od 45,6 do 66,0 g. Prema rezultatima Mijić i sar. (2006) prosečna masa 1000 semena je iznosila 60,1 g, a značajno veću vrednost od proseka imao je hibrid Orion (66,3 g). Na osnovu ispitivanja 13 hibrida tokom četvorogodišnjeg eksperimenta u uslovima centralne Italije, Laureti et al. (2007) navode da je masa 1000 semena u proseku bila 45,2 g.

U ranijim rokovima setve (R1, R2) ostvarene su i najveće vrednosti, dok se od R3 uočava opadanje vrednosti mase 1000 semena (Graf. 1). Vreme berbe kod ogleđa izvedenog u Indiji i



Grafikon 1. Masa 1000 semena suncokreta tokom trogodišnjeg eksperimenta
Figure 1. 1000 seed weight in sunflower during three years experiment

Srbiji uticalo je na masu 1000 semena tako da je ona rasla skoro linearno do poslednjeg roka žetve na oba lokaliteta (Miklić i sar., 2006). Uticaj roka setve na masu 1000 semena bio je visoko značajan u ogleđima koji su izveli Faramarzi & Khorshidi (2008). Naši rezultati su u skladu sa rezultatima ovih autora. Gustina useva takođe ima velikog uticaja na masu 1000 semena. Sa povećanjem broja biljaka po jedinici površine dolazi do značajnog opadanja mase 1000 semena (Dušanić, 1998, Villalobos et al., 2004).

Analizom varijanse utvrđen je visoko značajan doprinos ($P < 0,01$) efekta godine (46,2%), hibrida (27,4%) i roka setve (27,4%) na masu 1000 semena. Sve interakcije drugog i trećeg reda su takođe bile visoko značajne. Od interakcija prvog reda najveći doprinos je zabeležen kod G×R interakcije (8,6%), dok je G×H×R interakcijom objašnjeno 4,7% ukupne varijacije mase 1000 semena (Tab. 1).

Primenom AMMI modela na kombinovane podatke dobijena je prva visoko signifikantna ($P < 0,01$) interakcijska komponenta (IPC1), kojom je ukupno objašnjeno 82,33% interakcije hibrida i rokova setve (Graf. 2). Postojanje visoko signifikantne prve interakcijske komponente AMMI modela (uz istovremeno nesignifikantnu drugu interakcijsku komponentu, IPC2, koja se tretira kao neobjašnjena varijacija ili šum) ukazuje na postojanje linearne veze u sistemu hibrid-rok

setve. Pregledom velikog broja radova o primeni AMMI modela u analizi agronomskih podataka, Gauch & Zobel (1996) navode da je u najvećem broju slučajeva AMMI model sa prvom visoko signifikantnom komponentom bio najbolji za adekvatan opis interakcije. Sa druge strane, Crossa et al. (1990) smatraju da genetička divergentnost genotipova i kompleksnost odnosa kontrolisanih i ne kontrolisanih faktora sredine uslovljavaju veličinu interakcijske komponente, što se direktno odražava na izbor *najboljeg* modela.

S obzirom da je iz AMMI modela dobijena kao značajna samo prva interakcijska komponenta, za slikovito prikazivanje interakcije korišćen je AMMI grafički prikaz (Crossa et al., 1990). Hibridi i rokovi setve sa visokom vrednošću IPC1 (pozitivnom ili negativnom, pošto je to relativna vrednost), imaju veliki efekat interakcije. Ukoliko se vrednost IPC1 nalazi bliže nultoj vrednosti (linija stabilnosti), efekat interakcije je mali, tj. ovi hibridi su stabilni u ispitivanim rokovima setve. Sa agronomskog stanovišta poželjni su hibridi čije su vrednosti IPC1 bliske nuli i čiji su prinosi iznad opšteg proseka.

Na osnovu AMMI1 grafičkog prikaza (Graf. 2) uočava se razlika hibrida i rokova setve u glavnim efektima i interakciji. Pobjednik, koji se i u trogodišnjem periodu pokazao kao hibrid sa najvećom masom 1000 semena, razlikovao se od preostala dva hibrida u glavnom efektu, kao

Tabela 1. Trofaktorijalna ANOVA za masu 1000 semena hibrida suncokreta (osam rokova setve kroz tri godine)

Table 1. Three-way ANOVA for 1000 seed weight in sunflower hybrids (planted in eight sowing dates during three years)

Izvor varijacije / Source of variation	df	SS (%)	MS	P
Pon. / Rep	3	0,3	18 ¹	0,108
Godina / Year (G)	2	46,2	4193	0,000
Hibrid / Hybrid (H)	2	27,4	2486	0,000
Rok setve / Sowing date (R)	7	8,4	218	0,000
G×H	4	2,7	121	0,000
G×R	14	8,6	112	0,000
H×R	14	1,7	22	0,002
G×H×R	28	4,7	30	0,000
Pogreška / Error	213		9	

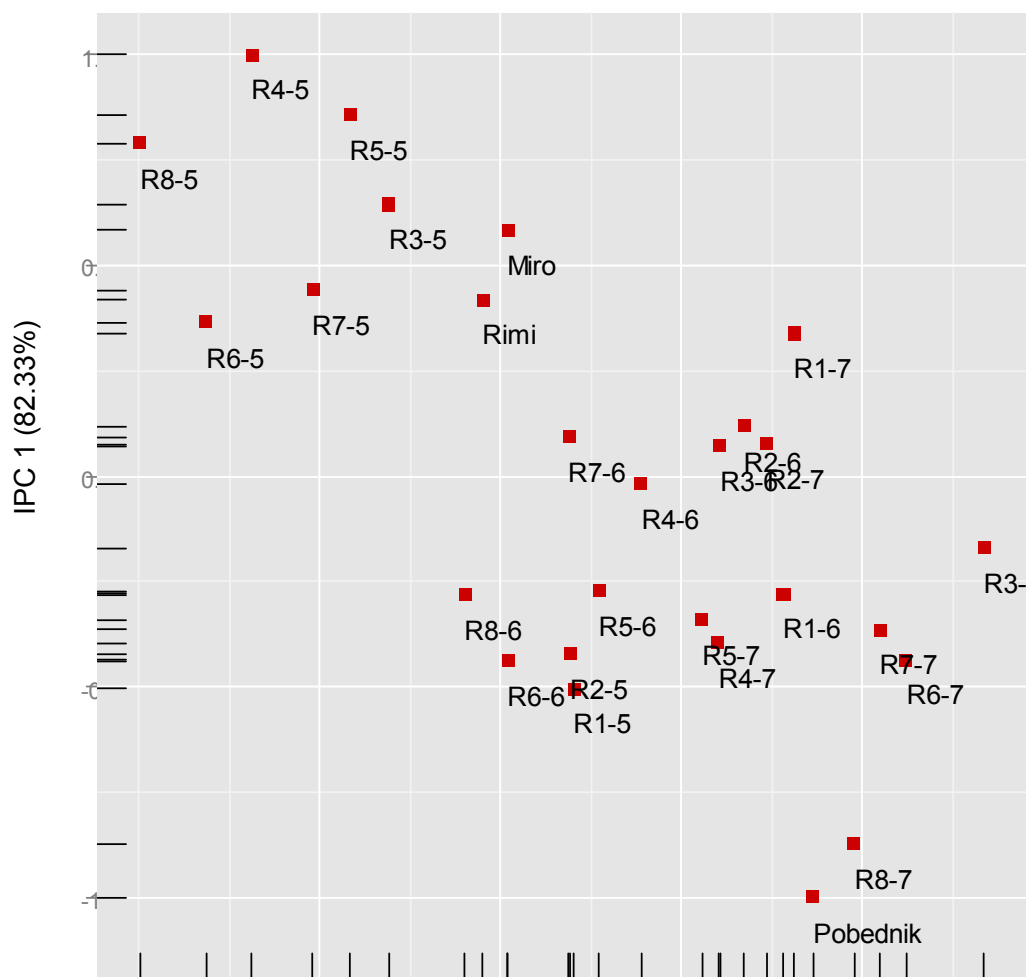
¹ svi izvori varijacije testirani su u odnosu na pogrešku / tested with respective mean square error term

** $P < 0,01$

i u interakciji, koja je imala najveću vrednost. Najstabilniji bio je Rimi, pošto je imao najnižu IPC1 vrednost u odnosu na druga dva hibrida. Pozitivnu interakciju imao je hibrid Pobednik sa R8-7. Na grafikonu se, sa malim izuzecima, zapaža grupisanje rokova setve iz 2005. godine, u odnosu na rokove iz 2006. i 2007, koji čine zasebnu grupu u odnosu na glavne efekte i interakciju (Graf. 2).

Kada postoje informacije o faktorima spoljašnje sredine, kao što su meteorološki podaci ili podaci o zemljištu, one se putem korelacione analize mogu dovesti u vezu sa rezultatima AMMI modela. Kako bi utvrdili glavni uzrok interakcije hibrida i rokova setve, urađena je korelacija hipotetskih AMMI parametara sa klimatskim varijablama. Sa prvom interakcijskom komponentom visoko signifikantnu ($P < 0.01$), odnosno signifikantnu

($P < 0.05$) pozitivnu korelaciju imale su relativna vlažnost vazduha (rv_cv) i padavine u fazi cvetanja (pa_cv). Visoko značajnu negativnu korelaciju sa IPC1 vrednostima pokazale su maksimalne temperature u cvetanju (tmx_cv) i srednje dekadne temperature u cvetanju (tsd_cv). Značajnu negativnu korelaciju sa IPC1 pokazalo je osunčavnje u cvetanju (os_cv). S obzirom na dobijeni rezultat može se pretpostaviti da su klimatski uslovi tokom faze cvetanja bili od najvećeg značaja za objašnjenje interakcije hibrida i rokova setve za masu 1000 semena (Tab. 2, Graf. 2). Acuirrezábal et al. (2003) i Hassan et al. (2011) navode da su za akumulaciju ulja u semenu suncokreta najznačajnije bile fluktuacije u temperaturi i vlažnosti vazduha. Determinacija kritičnog perioda može biti od



Grafikon 2. AMMI1 grafikon za masu 1000 semena suncokreta

Figure 2. AMMI1 graph for 1000 seed weight in sunflower

Tabela 2. Korelacije klimatskih varijabla sa hipotetskim vrednostima AMMI modela za masu 1000 semena suncokreta

Table 2. Correlation of climatic variables with hypothetic values of AMMI model for 1000 seed weight in sunflower

Varijable / Variable	Masa 1000 semena / 1000 seed weight	IPC1
tmx_cv	0,544**	-0,579**
tsd_cv	0,515*	-0,548**
pa_cv	-0,453*	0,425*
os_cv	0,354	-0,441*
rv_cv	-0,697**	0,534**
rv_fz	-0,546**	0,379

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$

Skraćenice za klimatske varijable u cvetanju su: tmx_cv (maksimalne dekadne temperature); tsd_cv (srednje dekadne temperature); pa_cv (padavine); os_cv (osunčavanje); rv_cv (relativna vlažnost vazduha u %), i u fiziološkoj zrelosti rv_fz (relativna vlažnost vazduha)

Abbreviations for climatic variables in flowering are: tmx_cv (maximum decade temperature); tsd_cv (mean decade temperature); pa_cv (precipitation); os_cv (sunshine); rv_cv (relative air humidity), and in physiological maturity rv_fz (relative air humidity)

značaja u poboljšanju planiranja proizvodnje i modeliranja prinosa suncokreta, kako bi usev iskoristio najpovoljnije klimatske uslove u toku vegetacionog perioda (Aguirrezábal et al., 2003). Kašnjenje u vremenu setve ubrzava razvoj biljaka zbog viših temperatura u vreme vegetacionog perioda (Goyne et al., 1989) i usev postiže maksimalno usvajanje svetlosti čak 20 do 40 dana ranije nego u kasnijim rokovima setve (Hussain & Pooni, 1997).

Zaključak

Na osnovu dobijenih rezultata trogodišnjih ispitivanja uticaja interakcije hibrida i roka setve na masu 1000 semena suncokreta, primenom linearno-bilinearnog AMMI modela, može se zaključiti sledeće: najniže vrednosti mase 1000 semena postignute su u rokovima setve tokom 2005. godine, a najviše u 2007. godini. U ranijim rokovima setve (R1, R2) ostvarene su i najveće vrednosti mase 1000 semena. Počev od R3 vrednosti su opadale. Najveći doprinos u variranju mase 1000 semena utvrđen je za glavne efekte godine (46,2%), hibrida (27,4%) i roka setve (27,4%) dok je od interakcija najveći doprinos zabeležen kod interakcije godine i roka setve (8,6%). Primenom AMMI modela na kombinovane podatke dobijena je prva visoko signifikantna ($P < 0,01$) interakcijska komponenta

(IPC1), kojom je objašnjeno ukupno 82,33% interakcije hibrida i roka setve. Najstabilniji je bio hibrid Rimi uz vrednost mase 1000 semena ispod opšteg proseka. U najvažnije klimatske varijable za objašnjenje interakcije hibrida i roka setve spadaju varijable u fazi cvetanja. Uključivanje dodatnih informacija u vidu klimatskih varijabla može pomoći u preciznijoj interpretaciji interakcije u agronomskim istraživanjima.

Literatura

- Aguirrezábal, L. A. N., Lavaud, Y., Dossio, G. A. A., Izquierdo, N. G., Andrade, F. H., & Gonzales, L. M. (2003). Intercepted solar radiation during seed feeling determines sunflower weight per seed and oil concentration. *Crop Science*, 43, 152-161.
- Beg, A., Pourdad, S. S., Pala M., & Oweis, T. (2007). Effect of supplementary irrigation and variety on yield and some agronomic characters of sunflower grown under rainfed conditions in northern Syria. *Helia*, 30, 87-98.
- Crossa, J., Gauch, H. G., & Zobel, R. W. (1990). Additive main effects and multiplicative interaction analysis of two international maize cultivar trials. *Crop Science*, 30, 493-500.
- Dušanić, N. (1998). *Uticaj gustine useva na dinamiku rastanja i prinosa hibrida suncokreta kao i neke mikroklimatske činioce* (Doctoral dissertation). Novi Sad, Serbia: Faculty of Agriculture.
- Dušanić, N., Miklič, V., Joksimović, J., & Atlagić, J. (2004). *Path coefficient analysis of some yield components of sunflower*. Proc. 16th Inter. Sunflower Conf., Fargo North Dakota, USA, (pp. 531-537).
- El-Hosary, A., El-Ahmar, B., & El-Kasaby, A. E. (1999). Association studies in sunflower. *Helia*, 22, 561-567.

- Faramarzi, A., & Khorshidi, M. B. (2008). *Planting date effect on yield and yield components of sunflower in Mizaneh region*. Proc. 17th international Sunflower Conf., Cordoba, Spain (pp. 325-328).
- Gauch, H. G. (1988). Model selection and validation for yield trials with interaction. *Biometrics*, *44*, 705-715.
- 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). Boca Raton, Florida, USA: CRC Press.
- Goyne, P. J., Schneiter, A. A., Cleary, K. C., Creelman, R. A., Stegmeier, W. D., & Wooding, F. J. (1989). Sunflower genotype response to photoperiod and temperature in field environments. *Agronomy Journal*, *81*, 826-831.
- Gvozdrenović, S. (2006): *Ocena genetičke udaljenosti i kombinacione sposobnosti inbred linija suncokreta (Helianthus annuus L.)* (Master Thesis). Novi Sad, Serbia: Faculty of Agriculture.
- Hassan, F. U., Kaleem, S., & Ahmad, M. (2011). Oil and fatty acid distribution in different circles of sunflower head. *Food Chemistry*, *128*, 590-595
- Hu, J., Seiler, G., & Kole, C. (2010). *Genetics, genomics and breeding of sunflower*. (p. 342). Rutledge, USA.
- Hussain, T., & Pooni, H. S. (1997). Comparative performance of the normal and late sowing sunflowers under British conditions. *Helia*, *20*, 103-112.
- Joksimović, J., Atlagić, J., & Miklič, V. (1999). *Međuzavisnost nekih osobina semena i prinosa semena po biljci kod suncokreta*. Zbornik radova sa 40. Savetovanja industrije ulja, Palić. (pp. 335-340).
- Kaya, Y., Evcı, G., Durak, S., Pekcan, V., & Gücer, T. (2007). Determining the relationships between yield and yield attributes in sunflower. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, *31*, 237-244.
- Laureti, D., Del Gatto, A., & Pieri, S. (2007). Commercial sunflower hybrid evaluation in east central Italy. *Helia*, *30*, 141-144.
- Laureti, D., & Pieri, S. (2007). Tillage reduction in central east Italy. *Helia*, *30*, 129-139.
- Lipkovich, I., & Smith, E. P. (2002). *Biplot and singular value decomposition macros for Excel*. <http://filebox.vt.edu/stats/artsci/vining/keying/biplot/.doc>
- Marinković, R. (1992). Path-coefficient analysis of some yield components of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Euphytica*, *60*, 201-205.
- Marinković, R., Joksimović, J., Dozet, B., & Crnobarac, J. (1994). Correlation and path-coefficient analysis for oil content in seed and plant and seed characteristics of sunflower. *Biotechnology*, *4*, 146-148.
- Marinković, R., Dozet, B., & Vasić, D. (2003). *Oplemenjivanje suncokreta*. (p. 367). Novi Sad, Serbia: Školska knjiga.
- Maširević, S., & Dedić, B. (2006). Masovna pojava bele truleži glavice suncokreta (*Sclerotinia sclerotiorum*) i uticaj na prinos u 2005. godini. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, *42*, 87-98.
- Mijić, A., Krizmanić, M., Guberac, V., & Marić, S. (2006). Stabilnost prinosa ulja nekoliko OS hibrida suncokreta. *Poljoprivreda*, *12*, 5-10.
- Miklič, V., Dušanić, N., Joksimović, J., & Crnobarac, J. (2006). *Uticaj vremena berbe na masu 1000 semena različitih genotipova suncokreta*. Zbornik radova sa 47. Savetovanja industrije ulja, Herceg Novi. (p. 55-61).
- Schneiter, A. A., & Miller, J. F. (1981). Description of sunflower growth stages. *Crop Science*, *21*, 901-903.
- StatSoft Inc. (2011). *Electronic Statistics Textbook*. Tulsa, OK: StatSoft. <http://www.statsoft.com/>
- Villalobos, F.J., Sadras, V.O., Sorriano, A., & Fereres, E. (2004). Planting density effect on dry matter partitioning and production of sunflower hybrids. *Field Crops Research*, *36*, 1-11.

Interpretation of Hybrid by Sowing Date Interaction for 1000 Seed Weight in Sunflower

Igor Balalić • Miroslav Zorić • Jovan Crnobarac

Summary: This paper investigates the effect of hybrid by sowing date interaction on the 1000 seeds weight in sunflower. The experiment included three sunflower hybrids (Miro, Rimi, and Pobednik) and eight sowing dates. The experimental design was a randomized block design with four replications over three years (2005, 2006 and 2007). For the analysis of hybrid by sowing date interaction linear-bilinear AMMI model (main effects and multiple interaction) was performed. Three-way analysis of variance showed highly significant ($P < 0.01$) contribution of year (46.2%), hybrid (27.4%) and sowing date (8.4%) on 1000 seed weight. All second and third order interactions were also highly significant. From the hybrid by sowing date interaction highly significant first interaction component (IPC1) was separated which explained 82.3% of the total variance. Based on the graphic presentation the similarity in interaction of hybrids Miro and Rimi was pointed out. With the highest mean value for 1000 seed weight, hybrid Pobednik was different from previous two hybrids, in both main effect and interaction. In the earlier sowing dates (R1, R2) the highest values were achieved, while from sowing date R3 the 1000 seed weight remarkable decreased. Correlations between climatic variables and IPC1 were found which provides agronomic importance in interpretation of the interaction.

Key words: AMMI model, climatic variables, sunflower, 1000 seed weight