

## Multivarijaciona analiza u oceni interakcije hibrida i rokova setve za prinos zrna suncokreta

- Originalan naučni rad -

Igor BALALIĆ<sup>1</sup>, Jovan CRNOBARAC<sup>2</sup> i Vladimir MIKLIĆ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad,

<sup>2</sup>Poljoprivredni fakultet, Novi Sad

**Izvod:** Prinos zrna, kao najvažnija osobina kod suncokreta, varira u zavisnosti od hibrida, lokaliteta, godine ispitivanja, roka setve, gustine setve i drugih faktora. Pošto je interakcija veoma često prisutna u poljoprivredi, trebalo bi primeniti odgovarajuće statističke metode, koje će što efikasnije oceniti uzroke interakcije. Cilj ovog rada je bio da se ispita veličina uticaja hibrida, rokova setve, kao i njihove interakcije na variranje prinosa zrna suncokreta tokom trogodišnjeg perioda. U eksperiment je bilo je uključeno tri hibrida, osam rokova setve i tri godine ispitivanja. Metod glavnih efekata i višestruke interakcije (*Additive Main Effects and Multiplicative Interaction - AMMI*) je jedan od najznačajnijih i najviše korišćenih multivarijacionih modela, *Gauch i Zobel*, 1996, koji osim glavnih efekata (hibrid, rok setve) otkriva i interakciju. Na osnovu rezultata AMMI1 biplota za sve tri godine ispitivanja, može se zaključiti da je najstabilniji u prinosu zrna bio rok setve R4 (20. april), koji je u dve godine (2004, 2005) dao i najveći prinos, a i u 2006. godini rok R4 postigao je prinos zrna iznad opšteg proseka. U 2006. godini hibrid Miro bio je najstabilniji tj. pokazao je najmanju interakciju u odnosu na druga dva hibrida, a prinos zrna bio je iznad opšteg proseka. Grafički prikaz AMMI1 biplota može pomoći u izboru stabilnih hibrida i rokova setve za željene osobine.

**Ključne reči:** AMMI1 biplot, prinos zrna, rok setve, suncokret

### Uvod

Agrotehničkim merama se utiče uglavnom na zemljište, a preko njega indirektno i na ostale vegetacione činioce. Tehnologija proizvodnje suncokreta, naše najznačajnije uljarice, je dobro poznata, a stvorena je uglavnom na osnovu dugogodišnjih ogleda i potvrđenih rezultata iz široke proizvodnje, *Crnobarac* i

**Dušanić**, 2000. Samo blagovremeno i kvalitetno sprovedene agrotehničke mere u celokupnoj tehnologiji proizvodnje, daju pozitivne rezultate. Pri davanju preporuka za gajenje nekog hibrida istraživači često zanemaruju interakciju. Pošto je ona prisutna u poljoprivredi, treba da se primene odgovarajuće statističke metode, koje će što efikasnije oceniti uzroke interakcije. Među multivarijacionim metodama poslednjih godina, jedan od najznačajnijih i najviše korišćenih je AMMI (metod glavnih efekata i višestruke interakcije) model, **Gauch** i **Zobel**, 1996. Ovom se analizom otkriva visoko značajna komponenta interakcije koja ima odgovarajuće agronomsko značenje. Veličina interakcije pokazuje uticaj spoljašnje sredine na adaptabilnost i stabilnost, koja je poželjna osobina samo ukoliko je u vezi sa prinosom iznad proseka, **Yan** i **Hunt**, 2003.

Cilj ovog rada je bio da se oceni veličina uticaja hibrida, rokova setve i njihove interakcije na variranje prinosa zrna suncokreta tokom trogodišnjeg ispitivanja.

### Materijal i metode

Za ocenu glavnih efekata (hibrid, rok setve) i interakcije (hibrid x rok setve) odabrano je tri hibrida suncokreta (Miro, Rimi, Pobednik). Hibridi su posejani u osam rokova setve (od 20. marta do 1. juna sa desetodnevnim intervalom). Ogled je postavljen na Rimskim Šančevima, oglednom polju Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u toku tri godine (2004, 2005, 2006), po slučajnom blok sistemu u četiri ponavljanja. Analiziran je prinos zrna koji je izražen u tonama po hektaru (t/ha).

AMMI model predstavlja kombinaciju analize varijanse (ANOVA) i metode glavnih komponenata (PCA-principal component analysis). Analizom varijanse se izdvajaju glavni, aditivni efekti (hibridi i rokovi setve), a zatim se metodom glavnih komponenata razlaže višestruka interakcija (hibridi x rokovi). AMMI model predstavljen je sledećom jednačinom, **Gauch** i **Zobel**, 1996:

$$Y_{ge} = \mu + \alpha_g + \beta_e + \sum_{n=1}^N \lambda_n \gamma_{gn} \delta_{en} + \rho_{ge}$$

$Y_{ge}$  = prinos ili druga posmatrana osobina genotipa (g) u ekološkim uslovima (e);  $\mu$  - opšta sredina;  $\alpha_g$  - prosečna devijacija genotipa;  $\beta_e$  - prosečna devijacija spoljne sredine;  $\lambda_n$  - pojedinačna vrednost (eigenvalue) za PCA n ose,  $\gamma_{gn}$  - genotipski eugen vektor za osu; n,  $\delta_{en}$  - eugen vektor sredine i ostatak  $\rho_{ge}$  koji preostaje, ako nisu uključene sve moguće PCA ose.

AMMI analiza varijanse izračunata je u programu GenStat 9.0 (Demo verzija).

Interakcija je prikazana pomoću AMMI1 biplota, pri čemu se glavni efekti (hibrid, rok setve) predstavljaju na apscisi, a vrednosti prve glavne komponente (IPC1) za hibride i rokove setve na ordinati. Za izradu biplota korišćen je excel (macro).

**Rezultati i diskusija**

U 2004. godini svi izvori varijacije za prinos zrna suncokreta bili su visoko značajni, kako glavni, aditivni (hibrid, rok setve), tako i neaditivni (interakcija hibrid x rok setve). Rezultati AMMI analize varijanse ukazuju na dominantnu ulogu efekta hibrida u ekspresiji ispitivane osobine, čije je variranje u ukupnoj sumi kvadrata iznosilo 40,2%, nešto manje variranje pokazao je rok setve i interakcija hibrid x rok setve. U okviru interakcije izdvojene su dve glavne komponente, od kojih prva (IPC1) objašnjava 79,3% sume kvadrata interakcije, a druga (IPC2) preostalih 20,7% varijacije (Tabela 1).

Tabela 1. AMMI analiza varijanse za prinos zrna suncokreta (2004)  
AMMI Analysis of Variance for Sunflower Grain Yield (2004)

Izvor varijacije Source of variation	St. slobode df	Suma kvadrata SS	%	Sredina kvadrata MS
Hibrid - (H) - Hybrid	2	4,36	39,9	2,18**
Rok setve - (R) - Sowing date	7	3,64	33,4	0,52**
H × R	14	2,92	26,7	0,21**
IPC 1	8	2,31	79,3	0,29**
IPC 2	6	0,60	20,7	0,10**
Pogreška - (E) - Error	48	4,76		0,10

\*\* p < 0,01

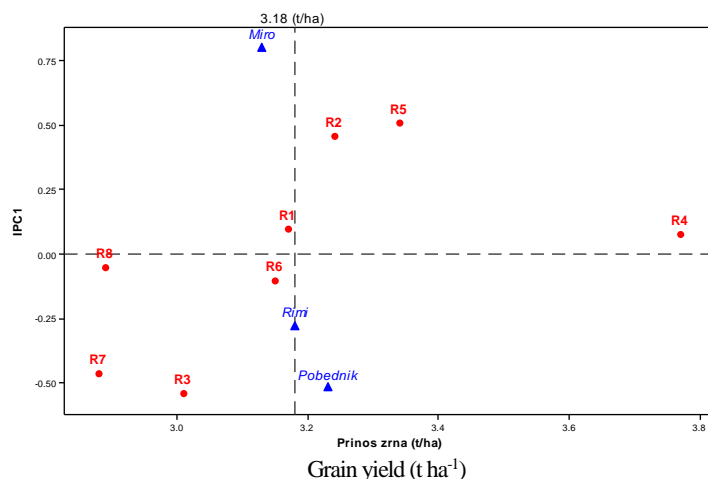
Položaj ispitivanih hibrida na biplot grafikonu pokazuje da je Pobednik imao najviši prinos zrna (3,23 t/ha), ali je bio nestabilniji u odnosu na hibrid Rimi. Rokovi setve R3, R6, R7 i R8 imali su niže srednje vrednosti u odnosu na opšti prosek (3,18 t/ha). Rok setve R4 (20. april) imao je najviši prinos zrna (3,77 t/ha), a bio je i najstabilniji za ovu osobinu, pošto se nalazi blizu linije stabilnosti (Grafikon 1).

AMMI analiza varijanse u 2005. godini je pokazala da su glavni efekti (hibrid, rok setve), kao i njihova interakcija imali značajan udeo u varijaciji ogleđa. Najveći uticaj na prinos zrna suncokreta pripao je roku setve (57,2%). Prva glavna komponenta objašnjava 88,7%, a druga 11,3% interakcije (Tabela 2).

Na osnovu analize biplota uočava se da je hibrid Rimi imao srednju vrednost za prinos zrna (2,45 t/ha) iznad opšteg proseka, ali je bio najnestabilniji, ozirom na najveću udaljenost od linije stabilnosti. Rok setve R4 se izdvaja najvećom srednjom vrednošću za prinos zrna (2,88 t/ha), a pokazuje i najveću stabilnost, kao i u 2004. godini (Grafikon 2).

U toku 2006. godine najveći uticaj na ispoljavanje prinosa zrna suncokreta imali su rokovi setve (87,7%), a znatno manji hibridi (5,5%) i interakcija hibrid x rok setve, mada su svi izvori varijacije bili visoko značajni. Iz sume kvadrata interakcije hibrid x rok setve, izdvojene su dve glavne komponente. Prvom komponentom obuhvaćeno je 70,8%, a drugom 29,2% sume kvadrata interakcije (Tabela 3).

AMMI biplot grafikon pokazuje razliku u glavnom i u interakcijskom



Grafikon 1. AMMI1 biplot za prinos zrna suncokreta (2004)  
AMMI1 biplot for Sunflower Grain Yield (2004)

Tabela 2. AMMI analiza varijanse za prinos zrna suncokreta (2005)  
AMMI Analysis of Variance for Sunflower Grain Yield (20045)

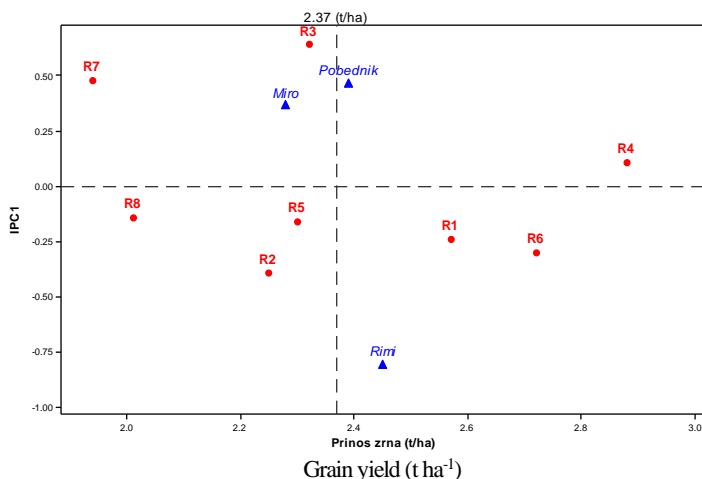
Izvor varijacije Source of variation	St. slobode df	Suma kvadrata SS	%	Sredina kvadrata MS
Hibrid - (H) - Hybrid	2	2,18	11,1	1,09**
Rok setve - (R) - Sowing date	7	11,26	57,2	1,61**
H × R	14	6,24	31,7	0,45**
IPC 1	8	5,54	88,7	0,69**
IPC 2	6	0,70	11,3	0,12**
Pogreška - (E) - Error	48	8,17		0,18

\*\* p < 0,01

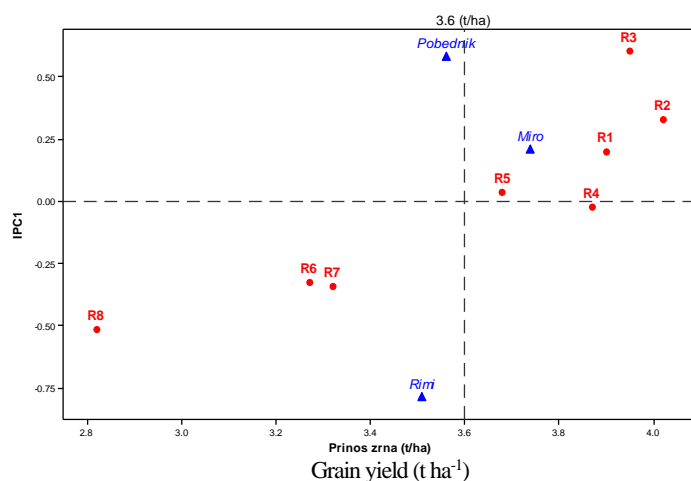
efektu ispitivanih hibrida i rokova setve. Dobru stabilnost prinosa zrna imao je hibrid Miro. Pobednik je imao prinos zrna oko proseka, dok je Rimi (3,51 t/ha) dao niži prinos od opšteg proseka (3,60 t/ha). Iznadprosečnu vrednost prinosa zrna (3,87 t/ha) i stabilnu reakciju pokazao je rok R4. Rokovi setve R1, R2 i R3 dali su prinose zrna iznad opšteg proseka, ali im je stabilnost bila lošija u odnosu na R4. Rok setve R8, kako po visini prinosa, tako i po stabilnosti bio je najlošiji (Grafikon 3).

Prinos zrna uglavnom je rastao do četvrtog roka setve, a zatim je opadao, što je u saglasnosti sa rezultatima *Crnobarac i sar.*, 1999 koji ističu da se prinos zrna suncokreta značajno smanjuje pri kašnjenju sa setvom. Optimalno vreme setve za standardne hibride su prve dve dekade aprila meseca, *Crnobarac i sar.*, 2007. *Baros i sar.*, 2004, navode da se u kasnijim rokovima setve formira manji broj zrna po jedinici površine, što je glavni razlog nižih prinosa.

*Ceccareli*, 1994, i *Piepho*, 1998, saopštavaju da poljoprivredni proizvođači



Grafikon 2. AMMI1 biplot za prinos zrna suncokreta (2005)  
AMMI1 biplot for Sunflower Grain Yield (2005)



Grafikon 3. AMMI1 biplot za prinos zrna suncokreta (2006)  
AMMI1 biplot for Sunflower Grain Yield (2006)

smatraju stabilnost prinosa najvažnijim socio-ekonomskim ciljem u biljnoj proizvodnji, posebno u ekstremnim uslovima spoljašnje sredine. Biplot grafikon omogućava vizuelnu ocenu interakcije između pojedinih genotipova i sredina, kao i veličinu njihove interakcije. Služi u oceni koji su hibridi ili rokovi setve najpogodniji za gajenje. Ovim načinom prikazivanja lako se uočava prosečna vrednost osobine i uticaj spoljašnje sredine na vrednost genotipova, *Kaya i sar.*, 2002. *Yan i sar.*, 2001, navode mogućnost uspešnog korišćenja biplota i za prikazivanje višegodišnjih rezultata.

Prema AMMI1 biplotu na osnovu trogodišnjih rezultata, može se zaključiti

Tabela 3. AMMI analiza varijanse za prinosa zrna suncokreta (2006)  
 AMMI Analysis of Variance for Sunflower Grain Yield (20046)

Izvor varijacije Source of variation	St. slobode df	Suma kvadrata SS	%	Sredina kvadrata MS
Hibrid - (H) - Hybrid	2	0,96	5,5	0,48**
Rok setve - (R) - Sowing date	7	15,21	87,7	2,17**
H × R	14	1,17	6,8	0,08**
IPC 1	8	0,83	70,8	0,10**
IPC 2	6	0,34	29,2	0,06**
Pogreška - (E) - Error	48	2,84		0,06

\*\* p < 0,01

da su se ispitivani hibridi i rokovi setve razlikovali kako u glavnim efektima, tako i u interakciji.

Najznačajniji su hibridi i rokovi visoke prosečne vrednosti za prinosa zrna i izražene stabilnosti, koji se nalaze blizu nulte vrednosti (linije stabilnosti), kao što je to bio rok R4 kroz sve tri godine ispitivanja (Grafoni 1-3). Ispitujući interakciju hibrid x spoljašnja sredina (hibrid, rok setve, godina, lokacija) za prinosa zrna suncokreta, primenom AMMI modela, *Schoeman*, 2003, dolazi do zaključka da IPC1 objašnjava 38%, a IPC2 34% varijabilnosti u 1998. godini.

### Zaključak

Na osnovu rezultata dobijenih u ovom radu mogu se doneti sledeći zaključci:

Prinos zrna suncokreta najviše je varirao pod uticajem rokova setve, mada su i ostali izvori varijacije (hibrid, hibrid x rok setve) bili visoko značajni. Izuzetak je 2004. godina, kada je ekspresiji prinosa zrna najviše doprineo hibrid (40 %). Iz sume kvadrata interakcije u svim godinama ispitivanja izdvojene su dve interakcijske ose, od kojih je IPC1 pripadao najveći deo (52 do 87%).

Hibrid Miro pokazao je najstabilniji prinosa zrna u 2005. i 2006. godini. U 2006. godini Miro je bio najstabilniji u poređenju sa ostala dva hibrida, a i prinosa zrna bio je iznad opšteg proseka. U sve tri godine ispitivanja najstabilniji za prinosa zrna bio je R4 (20. april), koji je dao i prinosa iznad opšteg proseka.

AMMI1 biplot omogućava izbor stabilnog hibrida i roka setve, što doprinosi uspešnoj proizvodnji suncokreta.

### Literatura

*Baros, J.F.C., M. de Carvalho and G. Basch* (2004): Response of sunflower to sowing date and plant density under Mediterranean conditions. Eur. J. Agron. 21: 347-356.

- Ceccareli, S.** (1994): Specific adaptation and breeding for marginal conditions. *Euphytica* 77: 205-219.
- Crnobarac, J., I. Balalić, N. Dušanić i G. Jaćimović** (2007): Efekat vremena setve i gustine useva na prinos i kvalitet suncokreta u 2006. godini. Zb. rad. Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 43: 129-137.
- Crnobarac, J. i N. Dušanić** (2000): Uticaj pojedinih agrotehničkih mera na prinos suncokreta u 1999. godini. Zb. ref. XXXIV Seminara agronoma, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 2000, str. 89-103.
- Crnobarac, J., N. Dušanić, V. Miklič i N. Poljak** (1999): Uticaj vremena setve na prinos i kvalitet suncokreta. Zb. rad. 40 Savetovanja "Proizvodnja i prerada uljarica", 22-27. novembar 1999, Palić, Jugoslavija, str. 131-137.
- Gauch, H.G. and R.W. Zobel** (1996): AMMI Analysis of Yield Trials. In: Genotype by Environment Interactions, Kang MS., Gauch HG. (Eds.), ed. CRS Press, Boca Raton, Florida, USA, pp. 85-122.
- Kaya, Y., C. Palata and S. Taner** (2002): Additive main effects and multiplicative interactions analysis of yield performance in bread wheat genotypes across environments. *Turk. J. Agric. For.* 26: 275-279.
- Piepho, H.P.** (1998): Method for comparing the yield stability of cropping systems. *Crop Sci.* 180: 193-213.
- Schoeman, L.J.** (2003): Genotype x environment interaction in sunflower (*Helianthus annuus* L.) in South Africa. PhD Tehsis, University of the Free State, Bloemfontein, South Africa, pp.78.
- Yan, W., P.L. Cornelius, J. Crossa and L.A. Hunt** (2001): Two types of GGE biplots for analyzing multi-environment trial data. *Crop Sci.* 41:656-663.
- Yan, W. and L.A. Hunt** (2003): Biplot Analysis of Multi-environment Trial Data. In: Quantitative Genetics, Genomics and Plant Breeding, Kang MS. (Ed.), ed. CABI, Wallingford, Oxon, U.K., pp. 289-303.

Primljeno: 24.12.2007.

Odobreno: 19.03.2008.

\* \*  
\*

## Multivariation Analysis in the Evaluation of the Hybrids x Sowing Dates Interaction for Sunflower Grain Yield

- Original scientific paper -

Igor BALALIĆ<sup>1</sup>, Jovan CRNOBARAC<sup>2</sup> and Vladimir MIKLIČ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad

<sup>2</sup>Faculty of Agriculture, Novi Sad

### Summary

Grain yield, as a main trait in sunflower, varies depending on a hybrid, location, year of investigation, sowing date, stand density, etc. Since the interaction is very often present in agriculture, it is necessary to use suitable statistical methods in order to evaluate the causes of interaction. The aim of this study was to assess the effects of hybrids and sowing dates, so as their interaction on sunflower grain yield during three vegetation seasons. Three hybrids, eight sowing dates and three years of growing were included in the experiment. AMMI (additive main effects and multiplicative interaction) analysis is one of the mainly used multiplicative model, *Gauch* and *Zobel* 1996, that evaluates main effects and also the interaction. Based on the AMMI1 biplot for three years of investigation, it can be concluded that the sowing date R4 (April 20) was the most stable for grain yield, which was the highest in two years (2004, 2005) and it was also above the grand mean in 2006. Furthermore, in 2006, the hybrid Miro was most stable (showing the lowest interaction) in comparison to other two hybrids, and its grain yield was above the grand mean. Graphical presentation of AMMI1 in the form of biplot could facilitate the choice of stable hybrids and sowing dates for a desired trait in sunflower.

Received: 24/12/2007

Accepted: 19/03/2008

Adresa autora:

Igor BALALIĆ

Institut za ratarstvo i povrtarstvo

Maksima Gorkog 30

2100 Novi Sad

Srbija

E-mail: igor\_balalic@yahoo.com