

"Zbornik radova", Sveska 41, 2005.

UDK 633.11:631.526.3:575.22

**UTICAJ GENOTIPA I SPOLJNE SREDINE NA KOMPONENTE
PRINOSA NOVOSADSKIH SORTI PŠENICE**

**Petrović, Sofija, Dimitrijević, M., Kraljević-Balalić, Marija, Crnobarac,
J., Lalić, Branislava, Arsenić, I.**

IZVOD

U radu je ispitana fenotipska varijabilnost i stabilnost visine stabljike i mase zrna po klasu 4 sorte pšenice u 8 vegetacionih sezona. Stabilnost je određena modelom *Eberhart and Russell* (1966). Aditivni i multivarijacioni efekti su ispitani primenom AMMI modela (*Gauch and Zobel*, 1997). Dobijeni rezultati pokazuju da je najstabilniju reakciju visine stabljike ispoljila sorta Balkan, a mase zrna po klasu sorta Jugoslavija. AMMI analizom je ustanovljena visoka značajnost prve i druge glavne komponente (PCA 1 i PCA 2) za visinu stabljike i prve tri glavne komponente (PCA 1, PCA 2, PCA 3) za masu zrna po klasu.

KLJUČNE REČI: pšenica, visina stabljike, masa zrna po klasu, regresija, AMMI.

Uvod

Važan cilj oplemenjivanja pšenice je poboljšanje prinosa. Kako je prinos složeno kvantitativno svojstvo, ispitivanje interakcije genotipova i uslova spoljne sredine može da se vrši na nivou komponenti prinosa, koje više ili manje utiču na formiranje samog prinosa zrna. Prelomni momenat u oplemenjivanju pšenice je učinjen skraćanjem stabljike, čime je uspostavljen optimalniji odnos između vegetativnih i generativnih delova biljke. Ova promena je dovela i do povećanja žetvenog indeksa (odnos između mase zrna po biljci i ukupne mase biljke) koji odražava translokaciju hranljivih materija u generativne delove biljke - zrno, što predstavlja ekonomski prinos pšenice.

Zbog sve većih kolebanja klimatskih činilaca, prinosi pšenice u poslednjih nekoliko godina značajno variraju. Zato bi sa setvom visokoprinosa, biološki plastičnih sorti, prilagođenih šarolikim klimatskim uslovima naše zemlje, porast prosečnih prinosa trebalo da prati i stabilizacija prinosa na višem nivou proizvodnje (Mišić, 1987).

Ukupna varijacija ogleda se sastoji iz tri izvora varijabilnosti: glavni efekat genotipa, glavni efekat sredine i interakcija genotip/spoljna sredina. Ispitivanje visine stabljike i mase zrna po klasu i njihove interakcije sa uslovima spoljne sredi-

ne je ispitivanje varijacije datih komponenti prinosa u promenljivim uslovima spoljne sredine u pogledu godina i lokaliteta.

Cilj rada je da se kombinacijom analize aditivnih efekata (ANOVA) i interakcije genotip/spoljna sredina (PCA), što je osnova AMMI modela, ispita interakcija visine stabljike i mase zrna po biljci novosadskih sorti pšenice u različitim ekološkim uslovima gajenja.

Materijal i metod rada

U radu je izvršena analiza četiri sorte pšenice NSR-2, Jugoslavija, Balkan, i Rodna, stvorene u Naučnom institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu, u 8 vegetacionih sezona 1990/91, 1992/92, 1992/93, 1994/95, 1995/96, 1997/98, 1998/99 i 1999/2000. Ogled je postavljen po slučajnom blok sistemu u tri ponavljanja na oglednom polju Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo, na Rimskim Šančevima. Ispitivane komponente prinosa, visina stabljike i masa zrna po klasu su analizirane u fazi pune zrelosti. Sorte su gajene u redovima dužine 1 m, sa razmakom između redova 20 cm i unutar reda 10 cm, uz uobičajene agroteničke mere. Srednja mesečna temperatura vazduha i visina padavina su merene na Meteorološkoj stanici na Rimskim Šančevima i služe kao orijentacioni pokazatelj meteoroloških uslova lokaliteta.

Stabilnost genotipova je utvrđena metodom regresione analize (Eberhart and Russell, 1966). Po ovom modelu, stabilnim genotipom se smatra onaj koji ima vrednost regresionog koeficijenta $b_i=1$ i odstupanje od regresije $S^2_{di}=0$. Značajnost u ogledu je ispitana F testom, pri čemu stepeni slobode za ispitivanje značajnosti PCA osa su dobijeni kao $df= G + E - 1 - 2n$. AMMI analiza (*Additive main effects and multiplicative interaction*) je primenjena kao kombinacija aditivne i multivarijacione analize, pri čemu se postiže bolja analiza izvora varijacije, po modelu Gauch and Zobel (1997).

Rezultati i diskusija

Visina stabljike je varirala od 49,1 cm za sortu Balkan u 1991/92. do 97 cm za sortu Jugoslavija u 1997/98. Ove dve vegetacione sezone su ujedno pokazale i ekstremne vrednosti visine stabljike za sve sorte. U sezoni 1991/92. je najmanja prosečna vrednost ove komponente prinosa svih genotipova (52,43 cm), a u 1997/98. je zabeležena maksimalna srednja vrednost za sve genotipove pšenice (92,75cm). Sorta NSR-2 je u 1991/92. imala najmanju srednju vrednost visine stabljike (54,5cm) a najveću srednju vrednost u 1994/95. (95,2cm). Sorta Jugoslavija je najmanju srednju vrednost ove komponente prinosa imala u 1991/92. (53,2 cm), a najveću srednju vrednost u 1997/98. (97 cm). Sorta Balkan je po visini stabljike varirala od 49,1 cm u 1991/92. do 92 cm u 1997/98. Sorta Rodna najmanju srednju vrednost visine stabljike ispoljava u 1991/92. (52,9cm), a najveću srednju vrednost u 1997/98 (90 cm) (Tab.1).

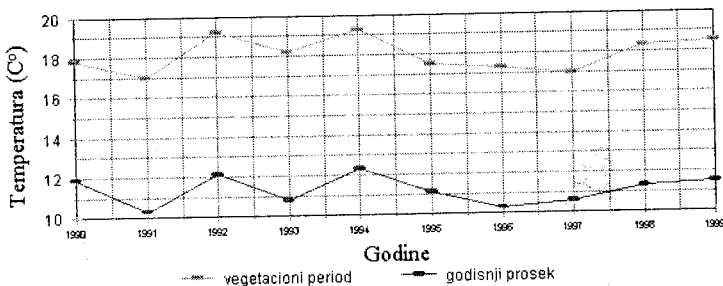
Ovakav rezultat ukazuje na manje variranje između genotipova, a znatno veće variranje posmatrane osobine između godina, što je i očekivano, s obzirom da se radi o sortama pšenice selekcionisanim u istom reonu gajenja. Vegetaciona sezona 1991/92. se odlikuje visokim srednjim vrednostima mesečnih temperatura, ali

niskim količinama padavina, posebno u periodu formiranja vegetacione mase, što je uticalo na niske srednje vrednosti visine stabljike za sve sorte. Nasuprot tome, vegetaciona sezona 1997/98. se odlikuje nižim srednjim vrednostima mesečnih temperatura, ali znatno višim srednjim vrednostima visine padavina, što je uslovalo najveću srednju vrednost visine stabljike svih ispitivanih genotipova (graf.1).

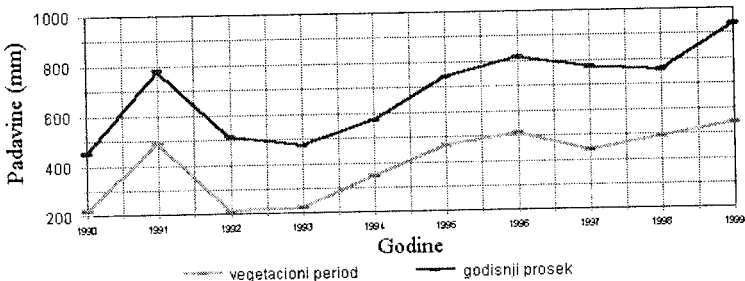
Tab. 1. Srednje vrednosti visine stabljike (cm) u različitim vegetacionim sezonama
Tab. 1. Mean values of the stem height (cm) in various vegetation seasons

Godine/Years	sorte/varieties			
	NSR-2	Jugoslavija	Balkan	Rodna
1990/91	62.9	64.6	57.5	57.1
1991/92	54.5	53.2	49.1	52.9
1992/93	63.0	68.0	56.0	64.0
1994/95	95.2	93.0	89.6	84.3
1995/96	75.6	82.6	76.4	81.6
1997/98	92.0	97.0	92.0	90.0
1998/99	77.0	84.6	77.3	75.8
1999/00	81.5	88.7	81.0	78.5

SREDNJE VREDNOSTI TEMPERATURE VAZDUHA



SREDNJE VREDNOSTI KOLIČINE PADAVINA



Graf.1. Srednje vrednosti temperature vazduba i količine padavina u ispitivanim godinama

Graph. 1. Mean values of air temperature and precipitations in examined years

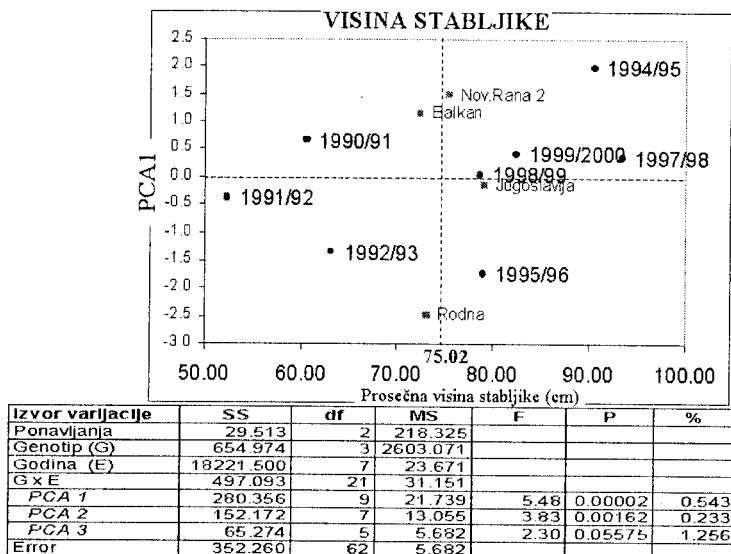
Prema rezultatima dobijenim regresionom analizom, najveću stabilnost visine stabljike je iskazala sorta Balkan ($b_i=1,10$ i $S^2_{di}=0,83$), koja od ispitivanih genotipova ima najmanju srednju vrednost visine stabljike (72,4 cm) u svim vegetacionim sezonama. Sorta Jugoslavija, iako ima najveću srednju vrednost visine stabljike (79,1 cm), pokazuje visoku stabilnost svojstva ($b_i=1,04$ i $S^2_{di}=1,54$). Najmanje stabilnu reakciju visine stabljike je ispoljila sorta Rodna ($b_i=0,89$ i $S^2_{di}=5,80$), sa prosečnom visinom stabljike u svim vegetacionim sezonama 73,1 cm (Tab. 2). Do sličnih rezultata, ispitujući stabilnost visine stabljike sorti pšenice i spontaninih srodnika, tetraploidnih i heksaploidnih genotipova, dolazi Guteša (2003).

Tab. 2. Prosečne vrednosti visine stabljike (cm), regresioni koeficijent (b_i) i odstupanje od regresije (S^2_{di}) genotipova pšenice

Tab. 2. Mean values of the stem height (cm), regression coefficient (b_i) and deviation from regression (S^2_{di}) of the wheat genotypes

Sorte / varieties	visina stabljike / stem height	b_i	S^2_{di}
NSR-2	75.4	0.96	5.54
Jugoslavija	79.1	1.04	1.54
Balkan	72.4	1.10	0.83
Rodna	73.1	0.89	5.80

Sorte prosečne visine stabljike 65-100 cm, sa poželjnom stabilnošću, imaju kako navode Mladenov (1996) i Knežević i sar. (2000) niz prednosti u odnosu na druge, visoke ili patuljaste sorte, pa mogu da se smatraju značajnim izvorom poželjnih gena u budućim programima selekcije pšenice.



Sl. 1. AMMI analiza za visinu stabljike ispitivanih sorti pšenice

Fig. 1. AMMI analysis for the stem height of examined wheat varieties

Prema dvodimenzionalnoj analizi glavnih efekata i interakcije, oni genotipovi čija je PCA ocena bliska 0, pokazuju mali efekat interakcije i uklapaju se u aditivni model-analizu varijanse. Prema tome, sorta Jugoslavija je ispoljila najstabilniju reakciju i to sa najvećom prosečnom visinom stabljike. Ostale sorte, iako imaju približne srednje vrednosti visine stabljike, razlikuju se u reakciji, a sorta Rodna je ispoljila najmanje stabilnu reakciju. Prema PCA analizi, značajnost uzroka varijabilnosti nose prve dve glavne komponente (PCA 1 i PCA 2). Vegetacione sezone 1998 - 2000. su povoljno uticale na stabilnost visine stabljike, dok je sezona 1991/92. najnepovoljnija za sve ispitivane genotipove (Sl.1). Dobijeni rezultat je u saglasnosti sa rezultatima koje navode Dimitrijević i sar. (1999) za visinu stabljike 10 divergentnih genotipova pšenice, iz različitih regiona gajenja u 6 godina ispitivanja.

Masa zrna po klasu varira od 1,00 g kod sorte NSR-2 u 1995/96. do 2,77 g u 1991/92. kod iste sorte. U vegetacionoj sezoni 1992/93. je zabeležena najveća prosečna vrednost mase zrna po klasu za sve ispitivane genotipove (2,32 g) a u sezoni 1995/96. je uočena najmanja srednja vrednost mase zrna po klasu (1,21 g). Sorta Jugoslavija ima najmanju srednju vrednost ispitivane komponente prinosa u 1995/96. (1,34 g), a najveću srednju vrednost u sezoni 1992/93. (2,67 g). Najmanja srednja vrednost mase zrna po klasu sorte Balkan je zabeležena u 1994/95. (1,09 g), a najveća u sezoni 1992/93. (2,25 g). Kod sorte Rodna srednje vrednosti ispitivane komponente prinosa se kreću od 1,23 g u sezoni 1995/96. do 2,08 g u sezoni 1992/93. (Tab. 3).

Tab. 3. Srednje vrednosti mase zrna po klasu (g) u različitim vegetacionim sezonama
 Tab. 3. Mean values of the grain weight per spike (g) in various vegetation seasons

Godine / Years	sorte / varieties			
	NSR-2	Jugoslavija	Balkan	Rodna
1990/91	1.78	1.70	1.83	2.02
1991/92	2.77	2.24	1.81	1.66
1992/93	2.29	2.67	2.25	2.08
1994/95	1.36	1.69	1.09	1.31
1995/96	1.00	1.34	1.27	1.23
1997/98	1.78	2.03	1.71	1.77
1998/99	1.70	1.93	1.62	1.87
1999/00	1.96	2.02	1.64	1.99

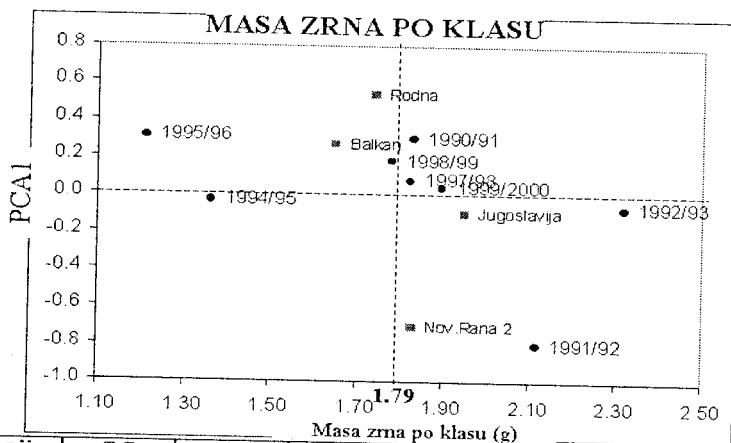
Vegetaciona sezona 1992/93. je najpovoljnija i iskazala se najoptimalnijim rasporedom padavina uz povoljne srednje mesečne temperature vazduha za formiranje i nalivanje zrna. Isključujući sortu NSR-2 sve ostale ispitivane sorte su u ovoj vegetacionoj sezoni imale najveću srednju vrednost mase zrna po klasu. Vegetaciona sezona 1995/96. se za sve sorte pokazala kao najnepovoljnija, sa nižim srednjim mesečnim temperaturama od uobičajene i visokim srednjim vrednostima količina padavina, što se odrazilo vrlo nepovoljno na formiranje i nalivanje zrna (Graf.1).

Rezultati regresione analize ukazuju na visoku stabilnost svih ispitivanih genotipova. Ipak, najstabilniju reakciju je imala sorta Jugoslavija ($b_i=1,02$ i $S^2_{di}=0,0065$), sa najvećom prosečnom vrednošću mase zrna po klasu za sve vegetacione sezone (1,95 g). Sorta Balkan je pokazala stabilnu reakciju posmatrajući oba parametra regresione analize ($b_i=0,91$ i $S^2_{di}=0,0003$), ali je imala najmanju prosečnu vrednost mase zrna po klasu u svim vegetacionim sezonama (1,65 g) (Tab.4).

Tab. 4. Prosečne vrednosti mase zrna po klasu (g), regresioni koeficijent (b_i) i odstupanje od regresije (S^2_{di}) genotipova pšenice

Tab. 4. Mean values of the grain weight (g), regression coefficient (b_i) and the deviation of regression (S^2_{di}) of the wheat genotypes

Sorte/ varieties	masa zrna po klasu / grain weight per spike	b_i	S^2_{di}
NSR-2	1.83	1.35	0.0046
Jugoslavija	1.95	1.02	0.0065
Balkan	1.65	0.91	0.0003
Rodna	1.74	0.73	0.0200



Izvor varijacije	SS	df	MS	F	P	%
Ponašavanja	0.006	2	0.003			
Genotip (G)	1.181	3	0.394			
Godina (E)	11.049	7	1.578			
GxE	3.203	21	0.153			
PCA 1	2.271	9	0.253	4.28	0.0002	0.710
PCA 2	0.633	7	0.091	1.54	0.1733	0.198
PCA 3	0.289	5	0.058	0.98	0.4384	0.091
Pogreška	3.677	62	0.059			

Sl. 2. AMMI analiza za masu zrna po klasu ispitivanih sorti pšenice
Fig. 2. AMMI analysis for the grain weight per spike of examined wheat genotypes

Na osnovu rezultata dobijenih dvodimenzionalnom analizom glavnih efekata i ininterakcije, sorta Jugoslavija, čija je PCA najbliža 0, kao i za visinu stabljike, pokazuje mali efekat interakcije, odnosno na najvišem nivou srednje vrednosti mase zrna po klasu, ispoljava najstabilniju reakciju. Sorta Balkan iako

ima najmanju srednju vrednost date komponente prinosa, ispoljava stabilnu reakciju. Sorte Balkan, NSR-2 i Rodna pokazuju različitu reakciju, gde sorta NSR-2 ima najmanju stabilnost. Vegetacione sezone 1992/93, 1997/98. i 1999/2000. su najpovoljnije uticale na stabilnost genotipova, dok se 1995/96. pokazala najnepovoljnijom. Prema PCA analizi, značajnost uzroka varijabilnosti nose prve tri glavne komponente (PCA, PCA 2, PCA 3) (Sl.2). Dobijeni rezultat je u saglasnosti sa rezultatima koje navode Kraljević-Balalić i Schill (1998), koristeći AMMI analizu za 6 komponenti prinosa i 41 genotip pšenice iz svetskog sortimenta.

ZAKLJUČAK

Različite vegetacione sezone su uticale na različitu reakciju ispitivanih sorti pšenice, za visinu stabljike i masu zrna po klasu. Vegetaciona sezona 1991/92. se odlikovala visokim srednjim vrednostima mesečnih temperatura, ali niskim količinama padavina, posebno u periodu formiranja vegetacione mase i bitno je uticala na varijabilnost G x E interakcije. Sorta Balkan je iskazala najmanji efekat interakcije za visinu stabljike, a sorta Jugoslavija za masu zrna po klasu.

U istraživanjima složenih multivarijacionih odnosa između genotipova i spoljne sredine, izraženih kroz G x E interakciju, potrebno je da se objedine saznanja o biološkom delu (genotip) i onih koja se odnose na agrotehničke uslove, uključujući i meteorološke podatke. Tada složeni aditivno-multivarijacioni model, kao što je AMMI, može da se koristi za detaljniju analizu, procenu i izbor stabilnih genotipova.

LITERATURA

- Dimitrijević, M., Petrović, Sofija, Kraljević-Balalić, Marija, Mladenov, N., Arsenić, I. (1999).: AMMI analiza interakcija za komponente prinosa pšenice. Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 32, 55-67.
- Eberhart, S.A. and Russell, W.A. (1966): Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.*, 6, 36-40.
- Gauch, H.G. and Zobel, R.W. (1997): Identifying mega-environments and targeting genotypes. *Crop Sci.*, 37, 311-326.
- Guteša, Nada (2003): Genetička analiza komponenti prinosa pšenice i divljih srodnika. Magistarska teza. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Knežević, D., Zečević, Veselinka, Dimitrijević, M., Petrović, Sofija (2000): Variability of yield components in wheat (*Triticum aestivum* L.). EUCARPIA. XIth Meeting of the Section Biometrics in Plant Breeding. Paris, France, 30 August - 1 Septembar, Abstract of presentations, 104.
- Kraljević-Balalić, Marija, Schill, B. (1998): Main additive effects and multiplicative interaction analysis in wheat. Proceedings of 2nd Balkan Symposium of field crops, Novi Sad, 16-20. june 1998, 1, 61-65.
- Mišić, T. (1987): Uslovi i mogućnosti proizvodnje šest miliona tona pšenice. Jugoslovensko savetovanje "Uslovi i mogućnosti proizvodnje šest miliona tona pšenice", Novi Sad, 9-15.

Mladenov, N. (1996): Proučavanje genetičke i fenotipske varijabilnosti linija i sorata pšenice u različitim agroekološkim uslovima. Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun.

**THE EFFECT OF GENOTYPE AND THE ENVIROMENT ON YIELD
COMPONENTS IN NOVI SAD WHEAT VARIETIES**

***Petrović, Sofija, Dimitrijević, M., Kraljević-Balalić, Marija, Crnobarac,
J., Lalić, Branislava, Arsenić, I.***

Faculty of Agriculture, Novi Sad

SUMMARY

Phenotypic variability, as well as stability for the stem height and grain weight per spike for 4 wheat varieties in 8 vegetation periods has been investigated in the article. The stability has been studied using the approach of *Eberhart and Russell* (1966). Further genotype by environment interaction studies have been conducted using Additiva Main and Multiplicative Model (AMMI), *Gauch and Zobel*, 1997. According to the results, the most stable reaction appeared to show variety Balkan for the stem height, and variety Jugoslavija for grain weight per spike. AMMI analysis revealed high significancy of the first and second principal component (PCA 1 i PCA 2) for the stem height, and the first three principal components (PCA 1, PCA 2, PCA 3) for the grain weight per spike.

KEY WORDS: wheat, stem height, grain weight per spike, regression, AMMI