

GENETIČKA VARIJABILNOST SORTI PŠENICE NA SOLONJECU U USLOVIMA POPRAVKE ZEMLJIŠTA

Dimitrijević, M., Petrović, Sofija, Belić, M., Hadžić, V., Kraljević-Balalić, Marija,
Nešić, Ljiljana, Kapor, Z., Beljanski, N., Vuković, Nataša¹

REZIME

U radu su dati rezultati ogleđa sorti pšenice na solonjecu. U dve godine je praćena genetićka varijabilnost i interakcija genotip/spoljna sredina na kontroli i u dva nivoa popravke zemljišta fosfogipsom. Uoćena je razlićita reakcija sorti pšenice na nivo popravke i u odnosu na sam tretman i zavisno od godine, tj. uslova spoljne sredine. U pogledu visine biljke najmanju interakciju genotip/spoljna sredina, odnosno najveću stabilnost u datim uslovima je ispoljila sorta Anastasija. Veća varijabilnost je zabeležena za svojstvo mase zrna po klasu. Imajući u vidu izrazito kvantitativnu prirodu ovog svojstva i fenotipska varijacija genotipova je bila izraženija. Ovo je potvrdila i AMMI analiza podataka, gde je kao izvor varijacije interakcije genotip/spoljna sredina izdvojena jedna PCA, a za masu zrna po klasu izvori varijacije navedene interakcije su bili raspoređeni na dva PCA.

Ključne reći: pšenica, solonjec, interakcija genotip/spoljna sredina, AMMI

UVOD

Pšenica (*Triticum sp.*) se, pored pirinća, smatra strateškim proizvodom u poljoprivrednoj proizvodnji, jer je zrno ove kulture osnova ljudske ishrane i poslednja zaštita od eventualne gladi. U svetu se pšenica gaji na površini od preko dvesta miliona hektara. U strukturi setve Srbije, pšenica je zastupljena na oko 700-800 hiljada hektara, što je trećina površina pod žitima i oko 15% od ukupne poljoprivredne površine Republike (Ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva, 1997 i 1997a). Posledica znaćaja koji pšenica ima u poljoprivrednoj proizvodnji je važnost koja se pridaje programima

¹ Dr Miodrag Dimitrijević, van. prof., dr Sofija Petrović, van. prof., dr Milivoj Belić, van. prof., dr Vladimir Hadžić, red. prof., dr Marija Kraljević-Balalić, red. prof., dr Ljiljana Nešić, docent, dipl. inž. Zoran Kapor, student-poslediplomac, dipl. inž. Nemanja Beljanski, student-poslediplomac, dipl. inž. Nataša Vuković, student-poslediplomac. Katedra za genetiku i oplemenjivanje biljaka, Departman za ratarstvo i povrtarstvo, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad

oplemenjivanja pšenice, kao i ukupnoj strategiji razvoja ove kulture. U okviru ove strategije je što svrsishodnije korišćenje zemljišnih potencijala u poljoprivredne svrhe. Ovo je posebno izraženo u Vojvodini, koja se smatra žitnicom Srbije. Od oko 5.7 miliona hektara poljoprivredne površine u Srbiji, Vojvodina poseduje oko 1.8 miliona hektara. (Ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva, 1997). Na žalost, u ovom fondu su zastupljena zemljišta različitih bonitetnih klasa. Tako u Vojvodini, pored najkvalitetnijeg černozema koji pokriva oko milion hektara, nalazimo i površine manje pogodne za poljoprivrednu proizvodnju. U tu klasu spadaju i halomorfna zemljišta. Solonjec se odlikuje nepovoljnim fizičkim i hemijskim svojstvima, što je posledica visikog sadržaja gline i prisustva adsorbovanog natrijuma. Ove vrste zemljišta u Vojvodini ima na oko 80.000 ha (Belić, 1999). Zemljište tipa solonjec se, u Banatu, često koristi kao prirodni pašnjak. Uz primenu meliorativnih mera, moguće je prevođenje solonjeca u fond obradivih zemljišta (Belić i sar., 2003).

Ispitivanje genetičke varijabilnosti sorti pšenice u različitim agroekološkim uslovima i na različitim kategorijama zemljišta redovno prati razvijene programe oplemenjivanja. Na ovaj način se kvantifikuje i procenjuje interakcija genotip/spoljna sredina, odnosno prati se stepen fenotipske varijacije i identifikuju izvori ove varijabilnosti. Podaci koji se dobiju na ovaj način koriste se kako za procenu optimalnog areala gajenja neke sorte, gde će ona dati stabilne i ekonomski opravdane prinose, tako i za dopunjavanje ili korigovanje cilja oplemenjivanja pšenice za posebne namene, ili posebne regione. Sorte koje se izdvoje svojom povoljnom reakcijom u određenim uslovima gajenja, uključujući i uslove zemljišta, mogu da se koriste ne samo u širokoj proizvodnji, već i kao potencijalni roditelji u programima oplemenjivanja za date agroekološke uslove. U slučaju gajenja pšenice na solonjcu i sličnim zemljištima niže bonitetne klase, to znači ne samo pokušaj podizanja upotrebne vrednosti ovih zemljišta u poljoprivredne svrhe, već i pokušaj biološke popravke zemljišta, u sadejstvu sa ostalim meliorativnim merama.

Rezultati izneti u ovom radu su mali deo višegodišnjeg ispitivanja fenotipske varijacije pšenice i ostalih žita na solonjcu. Cilj rada je bio da se modelima biometričke genetike proceni interakcija genotip/spoljna sredina, ustanovi fenotipska varijacija komponenti prinosa pšenice i procene uzroci eventualne varijacije. Obzirom na različitu genetičku osnovu posmatranih svojstava pšenice (visina biljke i masa zrna po klasu), cilj je bio posmatranje varijacije ovih osobina u nepovoljnim uslovima gajenja. Cilj ovog rada je bio i metodološka razrada i provera modela za procenu GE-interakcije.

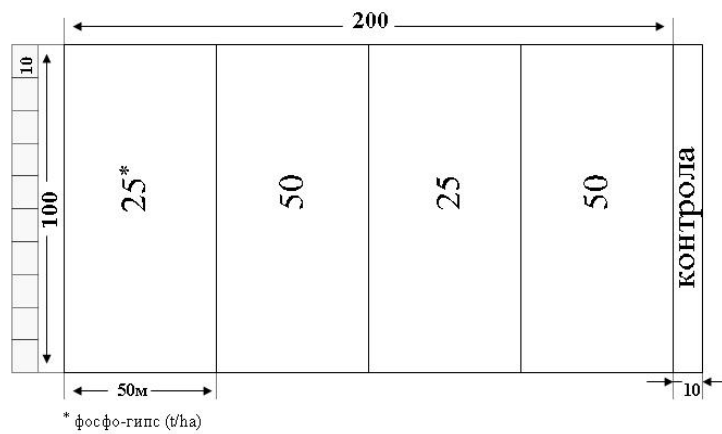
MATERIJAL I METOD

Ogled je postavljen na lokalitetu Kumane u Banatu (45.539° s.g.š. i 20.228° i.g.d.) na zemljištu tipa solonjec. Iz šireg ogleada je odabrano 11 sorti pšenice i to 10 sorti heksaploidne pšenice *Triticum aestivum ssp. vulgare* i jedna sorta tetraploidne pšenice *Triticum durum* (sl. 1). Sve ispitivane sorte (Renesansa, Mina, Sofija, Sara, Zlatka, Tiha, Anastazija, Pema, Pobeda, Partizanka – 6x i sorta Durumko – 4x) su kreacije Zavoda za strna žita, Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo iz Novog Sada.

U radu je praćena fenotipska varijacija visine biljke (cm) i mase zrna po klasu (g) u dva vegetaciona perioda 2003/2004 i 2004/2005. Ogled je postavljen po slučajnom blok sistemu u tri ponavljanja i tri tretmana. Tretmani su bili kontrola (zemljište bez popravke) i zemljište sa dva nivoa popravke (25 t/ha i 50t/ha fosfogipsa), sl. 2.



Slika 1. Oglad pšenice na lokalitetu Kumane na solonjecu.
 Figure 1. Wheat trial on on solonjetz soil on Kumane locality.



Slika 2. Plan ogleda na lokalitetu Kumane postavljenog na kontroli i dva nivoa popravke od 25t/ha i 50t/ha fosfogipsa.
 Figure 2. A trial scheme on Kumane locality performed on control, and two levels of melioration (25t/ha and 50t/ha of phosphogypsum)

U analizi podataka, svaki tretman u jednom vegetacionom periodu je posmatran kao specifično agroekološko okruženje za rast i razvoj biljaka. Na taj način je dobijeno 6 različitih agroekoloških uslova gajenja, koji su bili u istim uslovima uobičajene agrotehnikе, ali su se, pre svega, razlikovali u uslovima godine i nivou tretmana fosfogipsom (tab. 1).

Tabela 1. Oznake 6 agroekoloških sredina u kojima je gajeno 11 sorti pšenice u ogledu na solonjecu

Table 1. Labels of 6 environments(phospho-gypsum melioration/years) on solonjetz soil that 11 wheat varieties were grown up

Red. br./ No.	Oznake korišćene u radu/Labels	Godina gajenja/ Growth season	Tretman fosfo-gipsom/ Phospho-gypsum treatment
1	K04	2003/2004	Kontrola, bez tretmana (Ø)
2	T2504	2003/2004	Tretman sa 25t/ha
3	T5004	2003/2004	Tretman sa 50t/ha
4	K05	2004/2005	Kontrola, bez tretmana (Ø)
5	T2505	2004/2005	Tretman sa 25t/ha
6	T5005	2004/2005	Tretman sa 50t/ha

Za analizu varijacije u ogledu, njeno kvantifikovanje i identifikaciju izvora varijacije je korišćen AMMI model (Additive Main Effects and Multiplicative Interaction):

$$Y_{ger} = \mu + \alpha_g + \beta_e + \sum \lambda_n \xi_{gn} \eta_{en} + \Theta_{ge} + \varepsilon_{ger}$$

gde je:

Y_{ger} – posmatrana osobina genotipa (g) u ekološkim uslovima (e) u modelu sa ponavljanjima (r),

μ – opšta aritmetička sredina,

α_g – prosečna devijacija genotipa,

β_e – prosečna devijacija eko-sredine,

λ_n – vrednost karakteristične, posebne, vrednosti (eigenvalue) ose glavne komponente (PCA axis) n,

ξ_{gn} – ocena glavne komponente genotipa za osu glavne komponente n,

η_{en} – glavne komponente eko-sredine za osu glavne komponente n. Ako je broj faktora manji od punog modela [(g-1)(e-1)], onda η_{en} uključuje i ostatak koji je agronomski neznačajan ρ_{ge} ,

N – broj osa glavnih komponenti (PCA axes) zadržan u modelu,

Θ_{ge} – ostatak (rezidua),

ε_{ger} – pogreška.

prema Zobel et al. (1988)

Obrada podataka je urađena u programu GenStat 8th Edition, VSN International Ltd.

REZULTATI I DISKUSIJA

Visina biljke. Iako se visina biljke smatra kvantitativnom osobinom, genski sistem kojim se nasleđuje je kompleksan i uključuje kako major gene (Rht geni), tako i minor gene. Major geni "grubo" određuju fenotipsku ekspresiju svojstva, dok su za "finiju" varijaciju odgovorni minor geni. Ovakva genetička osnova se odražava na varijaciju ovog svojstva, odnosno na interakciju genotipa i spoljne sredine. Analiza varijanse je pokazala da u okviru identifikovanih izvora varijacije ogleđa, najveće učešće ima varijacija genotipova (oko 45 %). Značajne razlike koje su se pojavile između blokova su posledica, pre svega, mikro-depresija i posledično ležanja vode, te značajne neujednačenosti zemljišta, koja je posledica karakteristika solonjeca. Neočekivan izostanak značajnosti F vrednosti za tretmane (eko-sredine), može da bude posledica neizbalansiranosti ogleđa, gde se učešće varijacije sredine u varijaciji ogleđa od oko 20 % nije pokazalo značajnim. Interakcija genotip/spoljna sredina nije iskazana kao statistički značajan izvor varijacije ogleđa. Mada je GE interakcija učestvovala sa oko 37 % u sumi kvadrata ogleđa, veliki stepen slobode nije dozvolio da se ovaj izvor varijacije iskaže kao značajan. Imajući u vidu da ANOVA bivajući aditivni model nije precizna u analizi multivarijacione GE interakcije, dodatnim razlaganjem ove interakcije PC analizom (Principal Component Analysis) tj. analizom glavnih komponenti pokazalo se da postoji agronomski značajna i objašnjiva varijabilnost koju je iznela prva IPCA osa. Ostala varijacija u okviru GE interakcije nije bila statistički značajna i nije bila od agronomске važnosti (tab. 2).

Tabela 2. AMMI analiza varijanse za visinu biljke 11 sorti pšenice ispitivanih u 6 eko-sredina
Table 2. AMMI analysis of variance for the plant height of 11 wheat varieties examined in 6 environments

Izvor varijacije / <i>Source of variation</i>	df	SS	MS	F	F verovatnoća/ <i>F_probability</i>
Ukupno/ <i>Total</i>	197	10812	54.89		
Ogled/ <i>Trial</i>	65	5225	80.38	2.40**	0.00002
Genotipovi/ <i>Genotypes</i>	10	2339	233.85	6.98**	0.00000
Sredina/ <i>Environments</i>	5	947	189.31	1.45	0.21125
Blokovi/ <i>Block</i>	12	1566	130.52	3.89**	0.00005
GE interakcija/ <i>Interactions</i>	50	1940	38.80	1.16	0.25724
IPCA	14	1081	77.20	2.30**	0.00775
Ostatak/ <i>Residuals</i>	36	859	23.86	0.71	0.87935
Pogreška/ <i>Error</i>	120	4021	33.51		

Visina biljke u ogledu je varirala između 51.8 cm, što je bila prosečna visina za sortu Tiha u sredini T5004, do 72.9 cm prosečne visine sorte Anastasija u sredini T2505. Iako su sorte različito reagovala na uslove sredine, kako one prirodne, tako i one indukovane tretmanima fosfogipsom, zabeležena je ukupna fenotipska promena visine biljaka svih genotipova. Iskazane prosečne vrednosti ovog svojstva su bile niže od prosečnih

vrednosti na černozeu, prema prethodnim rezultatima (Dimitrijević i sar., 2003). Ovo je posledica nepovoljnih uslova zemljišta i nemogućnosti biljaka da razviju biomasu u skladu sa svojim genetičkim potencijalom. Analiza prosečnih vrednosti visine biljke po sortama na nivou ukupnog ogleada ukazuje na nešto manju varijaciju između sorti. I u ovom slučaju je sorta Anastasija pokazala najveću srednju vrednost za sve uslove gajenja od 69.8 cm. Najniža je bila Zlatka sa prosekom od 58.5 cm. Uslovi gajenja u pogledu tretmana fosfogipsom nisu dali značajniju ukupnu reakciju sorti na meliorativne mere. Visina biljke se kretala u rasponu od 61.5 cm za T5004 do 68.1 cm za T2505. Uslovi godine u vegetacionom periodu 2004/2005., su bili malo povoljniji za razvoj i srednje vrednosti visine biljke su bile nešto veće u odnosu na sezonu 2003/2004. Prema iskazanim vrednostima varijanse, najveća varijacija je uočena na T5004 (tab. 3).

Tabela 3. Visina biljke (cm) za 11 sorti pšenice gajenih u 6 agroekoloških uslova u dve godine.

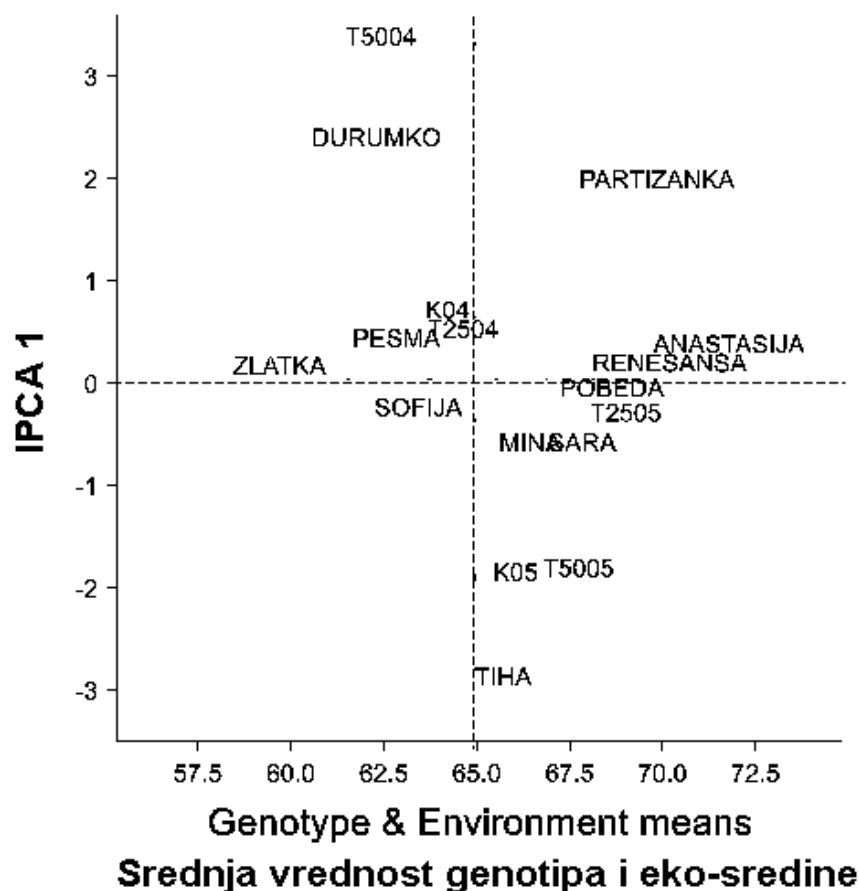
Date su srednje vrednosti (\bar{x}), varijansa tretmana (σ^2) i vrednosti statistički značajnih glavnih osa GE interakcije (IPCA)

Table 3. Plant height (cm) of 11 wheat varieties grown in 6 environments in two years. mean values (\bar{x}), as well as ,treatment variance (σ^2), and interaction PCA are given

Genotip/ Genotype	Agroekološka sredina/Environment						\bar{x}_g	IPCA1
	K04	T2504	T5004	K05	T2505	T5005		
Renesansa	66.9	67.0	65.0	68.6	71.3	69.9	68.1	0.083
Mina	64.0	64.2	59.9	67.6	69.1	68.9	65.6	-0.702
Sofija	60.8	60.9	57.7	63.5	65.6	64.9	62.3	-0.352
Sara	65.3	65.5	61.3	68.9	70.4	70.2	66.9	-0.694
Zlatka	57.3	57.3	55.3	58.9	61.6	60.3	58.5	0.056
Tiha	61.9	62.6	51.8	71.4	69.4	72.6	65.0	-2.985
Anastasija	68.7	68.7	67.2	69.8	72.9	71.2	69.8	0.266
Pesma	60.6	60.6	59.4	61.6	64.7	63.0	61.7	0.325
Durumko	60.7	60.3	64.7	56.7	62.9	58.1	60.6	2.287
Pobeda	65.9	66.0	63.3	68.2	70.5	69.5	67.2	-0.162
Partizanka	67.7	67.4	70.5	64.7	70.2	66.1	67.8	1.878
\bar{x}_e	63.6	63.7	61.5	65.4	68.1	66.8	64.8	
σ^2	52.24	44.90	71.08	38.31	48.25	53.53		
IPCA1	0.601	0.414	3.275	-1.963	-0.403	-1.924		

Ispitivane sorte pšenice, kao i agroekološke sredine su se razlikovale i po glavnim efektima i po interakciji. Pri tome je razlika agroekoloških sredina gajenja bila značajnija u delu interakcija, nego u glavnim efektima, obzirom da su uočene razlike manje u srednjim vrednostima, a veće u vrednostima IPCA1. To znači da je lokalitet Kumane pokazao manju varijabilnost visine biljke u odnosu na ispitivane godine (žetvene 2004 i 2005), ali veću varijabilnost u interakciji, odnosno izmeni ranga po agroekološkim uslovima gajenja (tretmani). Ovo može da bude indicija, pošto su izneti rezultati za dva vegetaciona perioda, da većina ispitivanih genotipova nije pokazala stabilnu reakciju za visinu biljke. Uticaj godine, kao izvora varijacije u pogledu reakcije genotipova, bez obzira na iskazane srednje vrednosti svojstva, može da se vidi po grupisanju agroekoloških uslova. U pozitivnom delu ordinate su svi tretmani u 2004., pri čemu je T5004

ispoljio najjaču interakciju genotip/spoljna sredina, dok u negativnom delu se nalaze svi tretmani u 2005., sa najjačom Geinterakcijom u tretmanu T5005. U obe godine tretman sa 50t/ha fosfogipsa je izazvao izrazitiju reakciju ispitivanih genotipova (sl. 3).



Slika 3. Biplot AMMI modela za ogled pšenice u selu Kumane, sa 11 sorti u 6 agroekoloških sredina. Oznake sredina su date u Materijalu i metodi. U grafiku je na apscisi data visina biljke u cm i označena srednja vrednost ogleda.

Figure 3. Biplot of the AMMI model for Kumane wheat trial, consisting of 11 varieties grown in 6 environments. Environment codes are given in Material and Method. Mean values of plant height (cm), and the grand mean are labeled on x-axes.

Sorte pšenice su se razlikovale po oba kriterijuma, odnosno i po glavnim efektima, ali i po interakciji. Jasno se izdvaja grupa sorti: Anastasija, Renesansa, Pobeda, Sofija, Zlatka i u izvesnoj meri Pesma, Mina i Sara koje su iskazale stabilnu do umereno

stabilnu reakciju na varijacije sredine, uz različite nivoe srednjih vrednosti visine biljke. Sorte Patizanka, Durumko i Tiha su bile nestabilnije u ovim ispitivanjima i ispoljile su izrazitiju interakciju genotip/spoljna sredina, pri čemu se sorta Partizanka odlikovala i višom srednjom vrednošću ispitivanog svojstva (sl. 3).

Prema rezultatima oglada prikazanim na grafiku, može da se zaključi da je za visinu biljke osnovni izvor varijacije bila godina, a ne tretmani fosfogipsom. Pri ovome, sorte Durumko i Partizanka su bolje iskoristile svoje genetičke potencijale za razvoj vegetativne mase u uslovima žetvene 2004., dok je sorta Tiha povoljnije reagovala na uslove žetvene 2005. Ostale sorte sa stabilnijom reakcijom su kao trend iskazale veću visinu biljke u 2005. poredeći sa žetvenom 2004 godinom (sl. 3).

Sumirajući rezultate visine biljke u ispitivane dve sezone, može da se primeti da je genetička osnova, odnosno genski sistem odgovoran za razvoj ovog svojstva uticao na iskazanu varijaciju. Kako se očekivalo, Rht-geni izrazitog pojedinačnog efekta koji su oplemenjivanjem i rekombinacijama roditeljskih gena inkorporisani u genetičku osnovu novosadskih polu-patuljastih sorti pšenice, su ublažili varijaciju i smanjili interakciju genotip/spoljna sredina karakterističnu za svojstva koja se nasleđuju klasterima gena slabijeg pojedinačnog efekta. Ovo je u skladu sa prethodno dobijenim rezultatima na ovom višegodišnjem ogledu (Dimitrijević i sar., 2004).

Za razliku od očekivanog, tretmani fosfogipsom nisu imali značajnijeg uticaja na varijabilnost visine biljke. Ovo je suprotno i od prethodno dobijenih rezultata u ovom ogledu (Dimitrijević i sar., 2004). Uzroci mogu da budu u odabiru genotipova za ispitivanje, uslovima godine, ili jednostavno treba obnoviti tretmane sa fosfogipsom.

Masa zrna po klasu. Ova osobina je uticajna komponenta prinosa. Prinos kao super svojstvo zavisi od životnog ciklusa populacije, dok je masa zrna po klasu rezultat ciklusa jedne vlati, odnosno biljke. Bez major gena u genetičkoj osnovi, uslovljena delovanjem velikog broja minor gena, masa zrna po klasu je izrazito kvantitativne prirode. Niska heritabilnost, koja prati masene parametre, kao posledica većeg upliva ekološke varijacije u fenotipskoj varijaciji, čini fenotipsku realizaciju mase zrna po klasu veoma zavisnom od delovanja faktora spoljne sredine. Analiza varijanse je pokazala da su svi izvori varijacije bili statistički značajni, izuzev agroekološke sredine, odnosno tretmana. Šta više, GE interakcija je nosila najveći deo sume kvadrata objašnjive varijacije oglada. Značajnost interakcije genotip/spoljna sredina i dve značajne PCA ose u okviru ove interakcije su u skladu sa prethodno navedenim o genetičkoj osnovi mase zrna po klasu i sa rezultatima dobijenim u ranijim analizama varijacije kvantitativnih osobina (Kraljević-Balalić i Schill, 1998; Petrović i sar., 2005). Priroda ova dva značajna izvora varijacije će biti komentarisana kasnije u radu. Ostale IPCA nisu bile statistički značajne i činile su ostatak koji je van agronomskog interesa (tab. 4).

U različitim agroekološkim sredinama (tretmani), masa zrna po klasu je varirala u rasponu od 0.95 g, što je bila ekološka prosečna vrednost sorte Durumko u agroekološkoj sredini T5005, do prosečne vrednosti od 1.98 g, koju je sorta Durumko imala u sredini T5004. Uticaj agroekoloških sredina, koji je bio nešto izrazitiji nego za visinu biljke, se video i u rasponu srednjih vrednosti tretmana od 1.21 g za T2504 do 1.39 g za T2505. Što se tiče dobijenih vrednosti mase zrna po klasu, one su prema očekivanju bile oko 30-50 % manje nego na černozeu. Izvan očekivanja je opšta ujednačenost srednjih vrednosti svojstva na kontroli i dva nivoa tretmana fosfogipsom. Izostalo je drastično smanjenje srednjih vrednosti na kontroli i upadljivo povećanje srednjih vrednosti po

tretmanima, što bi bilo u saglasnosti sa prethodno dobijenim rezultatima Beljanski (2003). Izostanak očekivanih rezultata može da bude posledica podizanja i ujednačavanja kvaliteta zemljišta višegodišnjim korišćenjem u poljoprivredne svrhe, relativno povoljnim godinama, što umanjuje verovatnoću kardinalnih reakcija genotipova i smanjuje varijabilnost, ili usled neke nekontrolisane varijacije. Ekološke varijanse po tretmanima pokazuju da je najveća varijacija uočena na T5004, a zatim na T5005. Slično kao i kod prethodnog svojstva, za masu zrna po klasu se uočava izrazitija individualna reakcija sorti upravo na zemljištu sa najvećim nivoom popravke. U ukupnom ogledu genotipske srednje vrednosti mase zrna po klasu su se kretale od 1.13 g, odnosno 1.16 g za sorte Partizanka i Sofija (po redosledu) do 1.38 g i 1.39 g za sorte Pobeda i Sara (po redosledu). Ova značajna genotipska varijabilnost je kvantifikovana analizom varijanse. Složenija priroda interakcije genotip/spoljna sredina se vidi po dve značajne IPCA. Dok je u slučaju tretmana varijaciju u većoj meri iznosila prva IPCA (izuzev za K04), kod genotipova primarni izvori varijacije su bili IPCA1 (sorte Anastasija, Durumko, Pobeda, Sara, Tiha), ali i IPCA2 (Mina, Partizanka, Pasma, Sofija). Kod sorti Renesansa i Zlatka, značajna interakcija genotip/spoljna sredina je bila posledica ravnopravnog učešća IPCA1 i IPCA2 u formiranju ove varijacije (tab. 5).

Tabela 4. AMMI analiza varijanse za masu zrna po klasu 11 sorti pšenice ispitivanih u 6 ekosredina

Table 4. AMMI analysis of variance for the grain weight per spike of 11 wheat varieties examined in 6 environments.

Izvor varijacije / Source of variation	df	SS	MS	F	F verovatnoća/ F_probability
Ukupno/Total	197	17.086	0.0867		
Ogled/Trial	65	7.145	0.1099	2.06**	0.00031
Genotipovi/Genotypes	10	1.329	0.1329	2.49**	0.00938
Sredina/Environments	5	0.673	0.1346	0.46	0.80862
Blokovi/Block	12	3.546	0.2955	5.54**	0.00000
GE interakcija/Interactions	50	5.143	0.1029	1.93**	0.00191
IPCA	14	2.858	0.2041	3.83**	0.00002
IPCA	12	1.347	0.1123	2.11*	0.02116
Ostatak/Residuals	24	0.938	0.0391	0.73	0.80804
Pogreška/Error	120	6.395	0.0533		

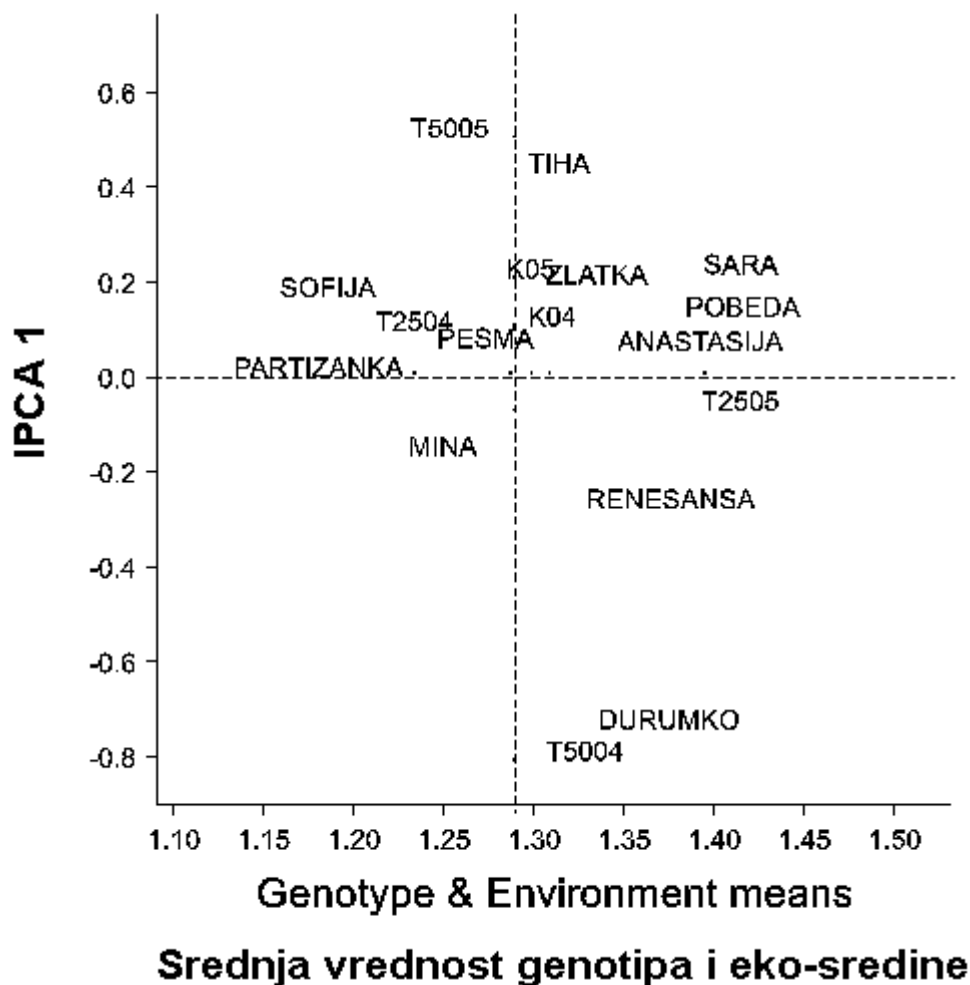
Obzirom na složeniju prirodu interakcije genotip/spoljna sredina, za masu zrna po klasu je teže identifikovati značajne izvore varijacije. Prva IPCA objašnjava oko 55 % varijacije GE interakcije, dok drugoj IPCA pripada oko 25 %. Raspored tačaka u grafiku i analiza srednjih vrednosti upućuje da je i u slučaju mase zrna po klasu, kao i kod prethodnog svojstva primarnu reakciju genotipova praćenu izmenom ranga izazvao faktor godina, gde su se tretmani i genotipovi razlikovali i po glavnom efektu i po interakciji. Razlika između agroekoloških sredina se predominantno odnosila na glavne efekte. Izuzev T5005 i T5004 koji su pokazali značajne razlike u interakciji, varijacija u ostalim sredinama je bila prilično ujednačena. U pogledu genotipova stabilnu reakciju za masu zrna po klasu iskazale su Anastasija, koja je uz to imala i visoku srednju vrednost mase zrna po klasu, dok je mala interakcija sorte Partizanka praćena i nižom srednjom vrednošću svojstva. Sorte Tiha i Durumko su ispoljile najveću interakciju genotip/spoljna

sredina, a time i najmanju stabilnost za posmatrano svojstvo u ovom ogledu. Ostale sorte su se kretale u granicama postavljenim navedenim genotipovima pšenice, te je detaljnija analiza dobijenih rezultata moguća. U pogledu ostalih uticaja na pojavu interakcije genotip/spoljna sredina za masu zrna po klasu, ANOVA je izdvojila još jednu PCA, označenu kao IPCA2 koja sadrži objašnjivu varijaciju. Izrazita kvantitativna priroda posmatranog svojstva maskira uticaje agroekoloških uslova otežava objašnjenje i identifikaciju agronomski značajnih izvora varijacije (sl. 4).

Tabela 5. Masa zrna po klasu (g) za 11 sorti pšenice gajenih u 6 agroekoloških uslova u dva godine. Date su srednje vrednosti (\bar{x}), varijansa tretmana (σ^2) i vrednosti statistički značajnih glavnih osa GE interakcije (IPCA)

Table 5. Grain weight per spike (g) of 11 wheat varieties grown in 6 environments in two years. mean values (\bar{x}), as well as, treatment variance (σ^2), and interaction PCA are given

Genotip/ Genotype	Agroekološka sredina/Environment						\bar{x}_g	IPCA1	IPCA2
	K04	T2504	T5004	K05	T2505	T5005			
Renesansa	1.47	1.24	1.55	1.21	1.45	1.07	1.33	-0.284	-0.229
Mina	1.08	1.13	1.42	1.25	1.35	1.15	1.23	-0.171	0.211
Sofija	1.48	1.11	0.99	1.07	1.24	1.07	1.16	0.162	-0.416
Sara	1.46	1.34	1.24	1.42	1.48	1.43	1.39	0.211	-0.046
Zlatka	1.19	1.24	1.20	1.40	1.40	1.40	1.31	0.190	0.201
Tiha	1.21	1.25	1.00	1.43	1.37	1.51	1.30	0.423	0.198
Anastasija	1.50	1.28	1.30	1.30	1.44	1.26	1.35	0.048	-0.197
Pesma	1.00	1.16	1.28	1.36	1.36	1.33	1.25	0.056	0.379
Durumko	1.18	1.19	1.98	1.22	1.50	0.95	1.34	-0.748	0.133
Pobeda	1.34	1.32	1.32	1.43	1.48	1.42	1.38	0.121	0.096
Partizanka	1.37	1.07	1.11	1.04	1.23	0.98	1.13	-0.006	-0.331
\bar{x}_e	1.30	1.21	1.31	1.29	1.39	1.23	1.29		
σ^2	0.067	0.049	0.136	0.091	0.068	0.101			
IPCA1	0.101	0.091	-0.814	0.202	-0.077	0.498			
IPCA2	-0.700	-0.031	0.149	0.278	0.021	0.282			



Slika 4. Biplot AMMI modela u odnosu na IPCA1 za ogled pšenice u selu Kumane, sa 11 sorti u 6 agroekoloških sredina. Oznake sredina su date u Materijalu i metodi. U grafiku je na apscisi data masa zrna po klasu (g) i označena srednja vrednost ogleda

Figure 4. Biplot of the AMMI model in relation to IPCA1 for Kumane wheat trial, consisting of 11 varieties grown in 6 environments. Environment codes are given in Material and Method. Mean values of grain weight per spike (g), and the grand mean are labeled on x-axes

ZAKLJUČAK

Prema dobijenim rezultatima može da se zaključi da je u ispitivanom periodu, vegetaciona 2003/04 i 2004/05, najmanju interakciju za oba posmatrana svojstva pokazala sorta Anastasija, a sve to pri visokim srednjim vrednostima posmatranog

svojstva. Sorte Tiha i Durumko su pokazale izrazitu interakciju genotip/spoljna sredina za oba posmatrana svojstva.

I pored popravke solonjeca, nivoi srednjih vrednosti posmatranih svojstava zaostaju za onim na černozeu, što proizilazi iz poređenja rezultata ovog rada sa prethodnim saopštenjima. Potrebno je nastaviti sa meliorativnim merama, ali i tražiti i izdvajati upotrebljivu genetičku varijabilnost pšenice za ekonomsko iskorišćavanje solonjeca.

Upotrebna vrednost AMMI analize, kao modela procene interakcije genotip/spoljna sredina, tj. reakcije sorti na varijaciju agroekoloških uslova gajenja, je veća za one komponente prinosa koje u genskom sistemu koji ih određuje sadrže pored minor i major gene. Maseni parametri, zavisni od minor gena, su u jakoj i složenijoj interakciji sa spoljnom sredinom, te je identifikacija osnovnih izvora varijacije, tj. onih izvora koji izazivaju najuočljivije fenotipske reakcije genotipova, znatno otežana.

LITERATURA

1. Belić, M. (1999): Uticaj meliorativnih mera na adsorptivni kompleks solonjeca. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
2. Belić, M., Dimitrijević, M., Hadžić, V., Petrović, Sofija, Nešić, Ljiljana (2003): Uticaj meliorativnih mera na promenu svojstava solonjeca i varijabilnost prinosa različitih genotipova pšenice. Naučno-stručno savetovanje agronoma Republike Srpske sa međunarodnim učešćem "Nove tehnologije i edukacija u funkciji proizvodnje hrane". Teslić, 10-14. mart, Republika Srpska, Zbornik izvoda 92-93.
3. BELJANSKI, N. (2003): VARIJABILNOST GENOTIPOVA PŠENICE NA RAZLIČITIM TIPOVIMA ZEMLJIŠTA. DIPLOMSKI RAD (MENTOR DR SOFIJA PETROVIĆ), KATEDRA ZA GENETIKU I OPLEMENJIVANJE BILJAKA, POLJOPRIVREDNI FAKULTET, NOVI SAD.
4. Dimitrijević, M., Petrović, Sofija, Belić, M., Hadžić, V., Nešić, Ljiljana (2003): Varijabilnost komponenata prinosa pšenice na degradiranom zemljištu. Drugi simpozijum za oplemenjivanje organizama, 01-04. oktobar, Vrnjačka Banja, Zbornik abstrakata, 12.
5. Dimitrijević, M., Petrović, Sofija, Belić, M., Hadžić, V., Nešić, Ljiljana (2004): Varijabilnost komponenata prinosa strnih žita na solonjecu i černozeu. Naučno-stručno savetovanje agronoma Republike Srpske sa međunarodnim učešćem "Nove tehnologije i edukacija u funkciji proizvodnje hrane". Teslić, 15-18. mart, Republika Srpska, Zbornik izvoda.
6. Kraljević-Balalić, Marija, Schill, B. (1998): Main additive effects and multiplicative interaction analysis in wheat. Proc. 2nd Balkan Symp. On Field Crops, 16-20 June, Novi Sad, 61-64.
7. Ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva (1997): Zemljišna politika, politika iskorišćavanja voda i ekologija. Separat 1, Republika Srbija, Beograd.
8. Ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva (1997a): Osnove za izradu dugoročne strategije razvoja biljne proizvodnje. Separat 2, Republika Srbija, Beograd.
9. Petrović, Sofija, Dimitrijević, M., Kraljević-Balalić, Marija, Crnobarac, J., Lalić, Branislava, Arenić, I. (2005): Uticaj genotipa i spoljne sredine na komponente prinosa novosadskih sorti pšenice. Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 41, 199-206.
10. Zobel, R.W., Wright, M.J., and Gauch, H.G.Jr. (1988): Statistical Analysis of a Yield Trial. Agron. J., 80, 388-393.

GENETIC VARIABILITY OF WHEAT VARIETES ON MELIORATED SOLONCHETS SOIL

by

*Dimitrijević, M., Petrović, Sofija, Belić, M., Hadžić, V., Kraljević-Balalić, Marija,
Kapor, Z., Beljanski, N., Vuković, Nataša*

SUMMARY

The results of wheat trials on solonchets soil are given in the article. The part of the trials brought out in this paper concerns two vegetation periods 2003/04, and 2004/05. During the experiment the genetic variability, as well as, genotype by environment interaction have been followed on null control, and two melioration levels of 25t/ha, and 50t/ha phosphor-gypsum. The different genotype reaction in respect of years, and the treatment has been denoted. The most stable reaction, followed by quite high mean values of both analyzed traits, plant height and grain weight per spike, exhibited variety Anastasija. AMMI analysis was used to study the nature of GE interaction, and ANOVA to identify the sources of variation.

Key words: wheat, solonchets, interaction genotype/environment, AMMI

Primljeno: 10. 10. 2005.

Prihvaćeno: 12. 10. 2005.