

SADRŽAJ BJELANČEVINA I UROD ZRNA GENOTIPOVA JAROG JEČMA U RAZLIČITIM PROIZVODNIM UVJETIMA

A. LALIĆ¹, J. KOVAČEVIĆ¹, Gordana ŠIMIĆ¹, D. NOVOSELOVIĆ¹, I. ABIČIĆ¹,
V. DUVNJAK¹, Lidija LENART², V. GUBERAC³

¹Poljoprivredni institut Osijek

²Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek

³Poljoprivredni fakultet u Osijeku

¹ Agricultural Institute Osijek

² Faculty of Food Technology Osijek

³ Agricultural Faculty Osijek

SAŽETAK

U pokusima s četiri sorte jarog ječma (Astor, Fran, Matej i Scarlett) tijekom pet godina (2004.-2008.) na dva lokaliteta (Osijek i Nova Gradiška) istraživana je interakcijski učinak sorte i okoline na urod zrna i količinu bjelančevina u zrnu modelima AMMI1 i AMMI2.

Analizom varijance utvrđeni su značajni učinci godine i sorte na urod zrna, dok su učinci godine, lokaliteta, norme sjetve i sorte značajno utjecali na sadržaj bjelančevina. Interakcijski učinci dokazani su za urod zrna (godina x lokacija, godina x lokacija x norma sjetve i godina x sorta), te za sadržaj bjelančevina (godina x lokacija, godina x norma sjetve i godina x sorta).

Sorta Matej ostvarila je najviši urod zrna u provedenim istraživanjima, uz nizak interakcijski skor IPCA1, a što ukazuje na visoku adaptabilnost ove sorte uvjetima proizvodnje. Na biplotu se uočava povezanost ove sorte s uvjetima proizvodnje lokacije Nova Gradiška - 2005. Sorta Scarlett, uz urod zrna na razini prosjeka pokusa, vrlo visokog je interakcijskog skora IPCA1, a što ukazuje na nižu adaptabilnost ove sorte uvjetima proizvodnje (lokacije-godine) u provedenim istraživanjima. Sorte Fran i Scarlett, su sorte koje se odlikuju nižim sadržajem bjelančevina, a u provedenim istraživanjima sorta Scarlett je imala viši interakcijski skor IPCA1, a sorta Fran niži interakcijski skor IPCA 1.

Na biplotu modela AMMI2 uočava se velika udaljenost sorti Astor, Matej i Scarlett od ishodišta, što upućuje na nestabilnost ovih sorti za svojstvo sadržaja bjelančevina te na značajan specifičan učinak okolišnih uvjeta na sadržaj bjelančevina.

Ključne riječi: jari ječam, sorta, urod zrna, količina bjelančevina, model AMMI

UVOD

Industrija slada u Republici Hrvatskoj potiče proizvodnju jarog ječma, budući da su potrebe sladare za jarim pivarskim ječmom veće od onih ostvarenih u proizvodnji (Vincetić i sur., 2007).

Nizinsko kontinentalno područje Republike Hrvatske predstavlja prijelazno područje iz semiaridne umjereno kontinentalne klime sa istočnoeuropskim oznakama prema semihumidnoj umjereno kontinentalnoj srednjeeuropskoj klimi (Žugec, 1984). Ovo područje karakteriziraju promjenljivi vremenski uvjeti s naglaskom na količinu i raspored oborina, što uvjetuje čestu pojavnost kraćih ili dužih sušnih perioda. Dugotrajne suše tijekom vegetacije jarog ječma, koje se javljaju i u vlažnijim područjima zapadne Europe, smanjuju proizvodnju (urod zrna) i kakvoću jarog pivarskog ječma.

Odgovarajuću količinu bjelančevina (do 11,5%) koju zahtjeva industrija slada i piva u zrnu ječma često je teško u proizvodnji ostvariti, budući da udio bjelančevina u značajnoj mjeri ovisi od genotipa, uvjeta uzgoja i okolišnih uvjeta (Bathgate i sur., 1987; Smith, 1990). Na udio bjelančevina u zrnu ječma najčešće utječu prekomjerna dostupnost dušika (Weston i sur., 1993; Eagles i sur., 1995) u sinergiji s fazom razvoja usjeva, a na koju utječu tip i plodnost tla, mineralizacija, predkultura, gnojidba predkulture, gnojidba, stresni uvjeti proizvodnje uzrokovani sušom (Coles i sur., 1991; Grant i sur., 1991; Birch i sur., 1997) i visokim temperaturama u kombinaciji s nedostatkom vode (Macnicol i sur., 1993; Savin i Nicolas, 1996). Prekomjerna dostupnost dušika povećava opasnost od polijeganja usjeva, te djeluje na povećanje sadržaja proteina u zrnu ječma.

Uspješnost i profitabilnost proizvodnje jarog pivarskog ječma neophodno je procijenjivati kroz sinergiju što višeg i stabilnijeg uroda zrna, a niže količine bjelančevina u zrnu ječma, jedan od glavnih ulaznih kriterija kakvoće u sladarstvu, neovisno o često stresnim okolišnim uvjetima.

MATERIJAL I METODE RADA

Četiri kultivara jarog dvorednog ječma (tri kultivara stvorena na Poljoprivrednom institutu Osijek - Astor, Fran i Matej; kultivar Scarlett je porijeklom iz Njemačke) u dvije norme sjetve (300 zrna/m² i 450 zrna/m² istraživana su na dva lokaliteta - Osijek (eutrični kambisol - pH u 1M KCl: 7.10) i Nova Gradiška (aluvijalno tlo - pH u 1M KCl: 5.90) kroz pet godina (2004, 2005, 2006, 2007 i 2008).

Pokus je postavljen po dizajnu RCB u tri ponavljanja. Veličina osnovne parcele iznosila je 7,56 m². Analizirani su podaci o urodu zrna (t ha⁻¹) i sadržaju bjelančevina (%). Maseni udio bjelančevina (%) u zrnu ječma određen je *Infratec 1241 Grain Analyzer*-om (Foss Tecator AB, Švedska).

Podaci su statistički analizirani računalnim paketom SAS 9.1 korištenjem procedura PROC GLM, PROC MEANS. Razlike prosjeka testirane su LSD-testom i Duncan-ovim testom višestrukih rangova (Duncan's Multiple Range Test, DMRT).

Modelima aditivnih glavnih efekata i multiplikativne interakcije (AMMI1 i AMMI2) istraživani su interakcijski učinci sorte i okoline na urod zrna i sadržaj bjelančevina u zrnu. Model AMMI1 analitičko je sredstvo za interpretaciju glavnih učinaka i prve interakcijske osi, a model AMMI2 za prvu i drugu interakcijsku os. Rezultati ovih analiza prikazani su statističkim grafičkim sredstvom - biplotima, za 10 okolina (2 lokaliteta tijekom 5 godina, s oznakama OS-2004, ... NG-2008.) i 4 sorte jarog ječma (Gauch, 1992). Za analizu AMMI1 i AMMI2 kao i za konstrukciju biplota korišten je računalni program IRRISTAT, IRRI - Manila.

Klimatski podatci

U Tablici 1. prikazane su prosječne temperature zraka i količine oborina, te temperature zraka i količine oborina u vegetacijskom periodu jarog ječma (II-VII mjesec) po godinama i lokacijama.

Tablica 1. Prosječne temperature zraka i količine oborina

Table 1 Average air temperature and rainfall

Godina Year	Prosječna temperatura zraka <i>Average air temperature</i> °C		Količina oborina <i>Rainfall</i> mm	
	Lokacija <i>Location</i>		Lokacija <i>Location</i>	
	Osijek	Nova Gradiška	Osijek	Nova Gradiška
Prosjek - <i>Mean</i> 1981/2006.	11,1	10,9	679,7	781,0
	Temperature zraka u vegetacijskom periodu jarog ječma, II-VII mjesec <i>Air temperature in vegetation of spring barley February - July</i> °C		Količina oborina u vegetacijskom periodu jarog ječma, II-VII mjesec <i>Rainfall in vegetation of spring barley February - July</i> mm	
2003.	13,4	9,85	154,2	190,1
2004.	12,5	12,2	415,8	415,2
2005.	11,7	11,6	507,0	402,7
2006.	13,2	12,4	358,8	394,4
2007.	15,4	14,6	242,2	311,4
2008.	14,4	13,6	316,5	463,8
Prosjek - <i>Mean</i> 2003/2008.	13,0	12,6	341,0	389,0

A. Lalić i sur.: Sadržaj bjelančevina i urod zrna genotipova jarog ječma u različitim proizvodnim uvjetima

Klimatski podatci (Tablica 1.) o temperaturama zraka i količinama oborina za razdoblje 2003.–2008. godine na području lokacija Osijek i Nova Gradiška, kao i višegodišnji prosjeci (od 1981. do 2006. godine) dobiveni su od Državnog hidrometeorološkog zavoda Hrvatske.

REZULTATI RADA I RASPRAVA

Rezultati analize varijance uroda zrna i sadržaja bjelančevina prikazani su u Tablici 2, a prosjeci u Tablici 3. Analizom varijance utvrđeni su značajni glavni učinci godine i sorte za urod zrna, dok su za sadržaj bjelančevina značajni utjecaj imale godine, lokalitet, norma sjetve i sorta.

Tablica 2. Rezultati analize varijance za urod zrna i sadržaj bjelančevina jarog ječma
Table 2 Results of analysis of variance for grain yield and protein content of spring barley

Izvor varijabiliteta <i>Source of variability</i>	n-1	Suma kvadrata – <i>Square sum</i>			
		Urod zrna <i>Grain yield</i>		Sadržaj bjelančevina bjelančevina <i>Protein content</i>	
Ponavljanje - <i>Replication</i>	3	5.96		7.38	
Godina – <i>Year (G)</i>	4	147.58	***	505.31	***
Lokalitet – <i>Location (L)</i>	1	2.67		44.63	***
G x L	4	92.15	***	74.09	***
Norma sjetve – <i>Sowing norm (NS)</i>	1	0.02		14.07	***
G x NS	4	1.39		18.35	***
L x NS	1	0.86		0.01	
G x L x NS	4	7.63	*	4.36	
Sorta – <i>Variety (S)</i>	3	11.86	**	48.62	***
G x S	12	16.81	*	19.11	***
L x S	3	2.51		3.45	
G x L x S	12	15.27		8.79	
NS x S	3	2.79		1.53	
G x NS x S	12	2.98		2.90	
L x NS x S	3	0.50		0.15	
G x L x NS x S	12	2.78		3.36	
Greška - <i>Error</i>	237	182.60		122.73	
Suma - <i>Sum</i>	319	496.36		878.84	

Razine značajnosti F-testa: * $P \leq 0.05$; ** $P \leq 0.01$; *** $P \leq 0.001$
*Significance level of F-test: * $P \leq 0.05$; ** $P \leq 0.01$; *** $P \leq 0.001$*

A. Lalić i sur.: Sadržaj bjelančevina i urod zrna genotipova jarog ječma u različitim proizvodnim uvjetima

Tablica 3. Prosjeci uroda zrna i sadržaja bjelančevina jarog ječma
Table 3 Averages grain yield and protein content of spring barley

Okolina/ Godina/ Lokalitet/ Norma sj.	Urod zrna, <i>Grain yield</i> t/ha					Sadržaj bjelančevina <i>Protein content</i> %				
	Astor	Fran	Matej	Scarlet	Mean	Astor	Fran	Matej	Scarlet	Mean
OS-2004.	3.641	3.940	3.944	4.797	4.081	14.99	14.19	14.99	13.74	14.48
NG-2004.	5.382	5.550	5.810	5.852	5.648	14.25	13.33	13.51	12.86	13.49
OS-2005.	5.376	4.528	5.498	5.443	5.211	14.11	12.69	13.79	12.74	13.33
NG-2005.	5.396	5.772	6.249	5.215	5.658	14.99	13.20	14.03	13.43	13.91
OS-2006.	6.581	6.675	7.148	7.187	6.898	11.94	10.96	10.90	10.36	11.04
NG-2006.	4.809	5.724	5.983	5.377	5.473	11.06	11.15	11.19	11.20	11.15
OS-2007.	4.472	4.669	5.028	3.990	4.540	16.05	15.21	15.63	15.49	15.59
NG-2007.	4.086	4.047	4.620	3.337	4.023	13.60	13.35	13.48	13.81	13.56
OS-2008.	6.486	6.657	6.479	5.658	6.320	13.71	12.54	13.39	12.34	12.99
NG-2008.	4.824	5.133	5.556	5.824	5.334	11.69	11.23	12.46	11.00	11.59
2004.	4.512	4.745	4.877	5.325	4.865 d	14.62	13.76	14.25	13.30	13.98b
2005.	5.386	5.150	5.873	5.329	5.435 c	14.55	12.94	13.91	13.08	13.62c
2006.	5.695	6.200	6.565	6.282	6.186a	11.50	11.06	11.04	10.78	11.10e
2007	4.279	4.358	4.824	3.663	4.281e	14.83	14.28	14.55	14.65	14.58a
2008.	5.655	5.895	6.017	5.741	5.827b	12.70	11.88	12.93	11.67	12.29d
LSD 5%					0.305					0.25
Osijek	5.311	5.294	5.619	5.415	5.410	14.16	13.12	13.74	12.93	13.49a
Nova G.	4.900	5.245	5.643	5.121	5.227	13.12	12.45	12.93	12.46	12.74b
LSD 5%					ns					0.16
450 zrna - grain	5.183	5.269	5.489	5.361	5.326	13.90	13.02	13.59	12.79	13.32a
300 zrna- grain	5.028	5.270	5.774	5.175	5.311	13.38	12.55	13.08	12.61	12.90b
LSD 0,05					ns					0.16
Mean	5.105b	5.270b	5.631a	5.268b	5.319	13.64a	12.78c	13.34b	12.70c	13.11
LSD 5%	0.273					0.22				

“a...d” - rangovi prema DMRT uz $P \leq 0,05$

“a...d” - ranges according to DMRT at $P \leq 0,05$

Za urod zrna ustanovljene su značajne interakcije godina x lokalitet (G x L), godina x lokalitet x norma sjetve (G x L x NS) i godina x sorta (G x S). Za sadržaj bjelančevina značajne su interakcije godina x lokalitet (G x L), godina x norma sjetve (G x NS) i godina x sorta (G x S).

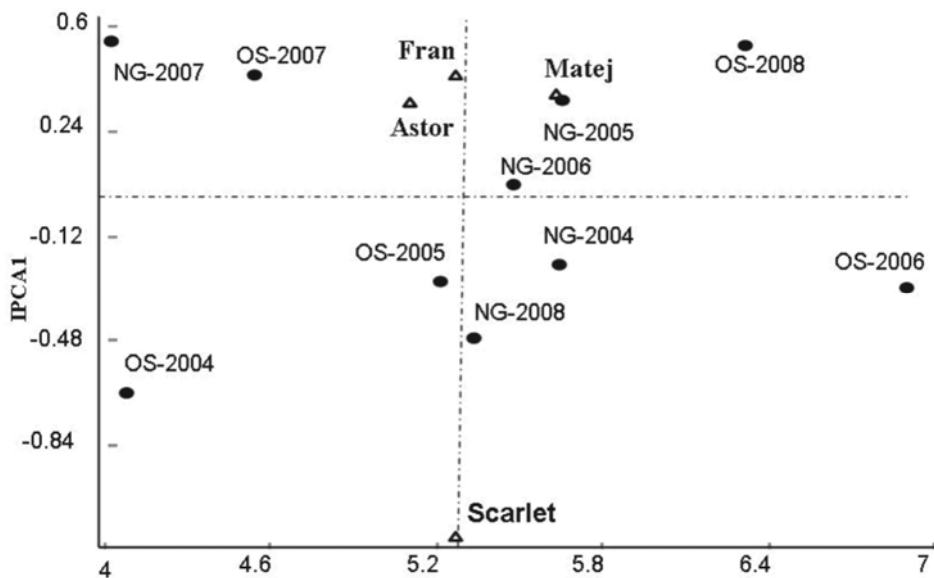
Normom sjetve od 450 zrna/m² ostvaren je urod zrna od 5,326 tha⁻¹, a normom sjetve od 300 zrna/m² urod zrna od 5,311 tha⁻¹. U pokusima tijekom pet godina i na dva lokaliteta sorta Matej (5,631 tha⁻¹) ostvarila je značajno viši urod zrna u odnosu na sorte Astor (5,105 tha⁻¹), Fran (5,270 tha⁻¹) i Scarlett (5,268 tha⁻¹). Sorte Astor, Fran i Scarlett imale su statistički podjednak urod zrna.

Značajan učinak na urod zrna i sadržaj bjelančevina imala je godina uzgoja. Razlike u urodu zrna ukupno u svim godinama istraživanja između lokaliteta Osijek (5,410 tha⁻¹) i Nova Gradiška (5,227 tha⁻¹) nisu statistički opravdane, dok je sadržaj bjelančevina u Osijeku (13,49%) značajno veći od onoga u Novoj Gradiški (12,74%).

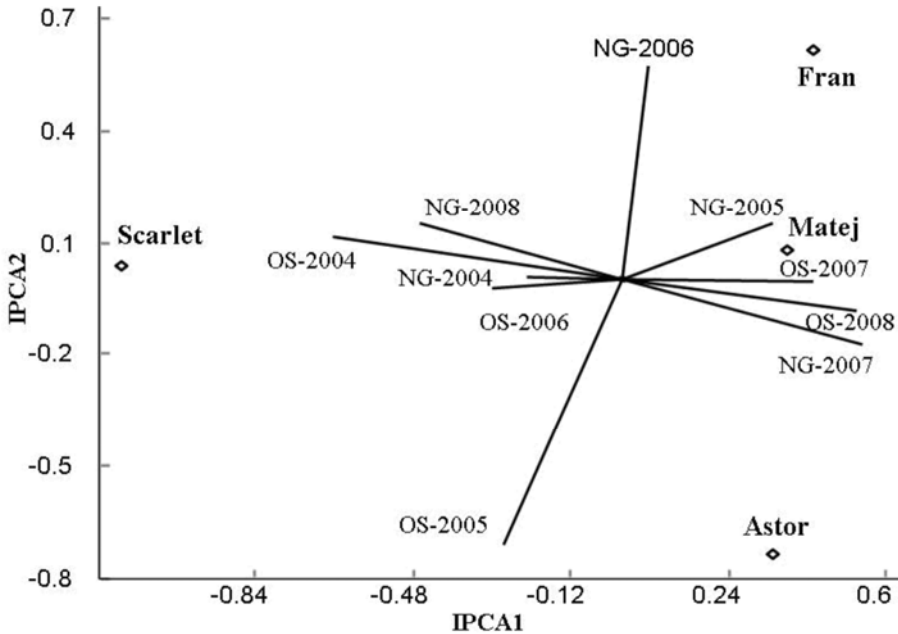
Biploti modela AMMI1 i AMMI2 prikazani su na Slikama 1-4. Biploti modela AMMI1 (Slike 1. i 3.) prikazuju prosjeke učinaka uroda zrna i sadržaja bjelančevina te prve interakcijske osi (IPCA1), a biploti modela AMMI2 (Slike 2. i 4.) prikazuju učinke prve (IPCA1) i druge (IPCA2) interakcijske osi za interpretaciju interakcije između 4 kultivara i 10 okolina za urod zrna i sadržaj bjelančevina u zrnu.

Slika 1. Model AMMI1 za urod zrna

Figure 1 AMMI1 model for grain yield



Slika 2. Model AMMI2 za urod zrna
Figure 2 AMMI2 model for grain yield



Na biplotu modela AMMI1 (Slika 1.) je vidljivo da je sorta Matej ostvarila najviši urod zrna u provedenim istraživanjima, uz nizak interakcijski skor IPCA1, a što ukazuje na visoku adaptabilnost ove sorte uvjetima proizvodnje. Na biplotu se uočava povezanost ove sorte sa uvjetima proizvodnje lokacije Nova Gradiška-2005. Sorta Scarlett, uz urod zrna na razini prosjeka pokusa, vrlo visokog je interakcijskog skora IPCA1, a što ukazuje na nižu adaptabilnost ovoga kultivara uvjetima proizvodnje (lokaciji-godini) u provedenim istraživanjima. Niski prosječni urodi zrna ostvareni su na lokacijama Nova Gradiška-2007. i Osijek-2004., s visokim interakcijskim skorovima IPCA1, a što ukazuje da na ovim lokacijama možemo očekivati veće specifične reakcije istraživanih sorata jarog ječma. Međutim, u biplotu AMMI1 (Slika 1.) niti jedna ispitivana sorta ne pokazuje povezanost s ovim lokacijama.

Na biplotu modela AMMI 2 uočavamo da su sorte Scarlett, Astor i Fran jako udaljene od ishodišta, a što ukazuje na nestabilnost uroda zrna ovih sorti u provedenim istraživanjima. Također na biplot prikazu ne uočava se povezanost sorti Astor i Scarlett s pojedinim okolišnim uvjetima uzgoja.

Sorta Matej, u biplotu modela AMMI2 smještena je bliže ishodištu, što ukazuje na stabilnost uroda zrna ove sorte. Ujedno sorta Matej pokazuje i povezanost s okolinama

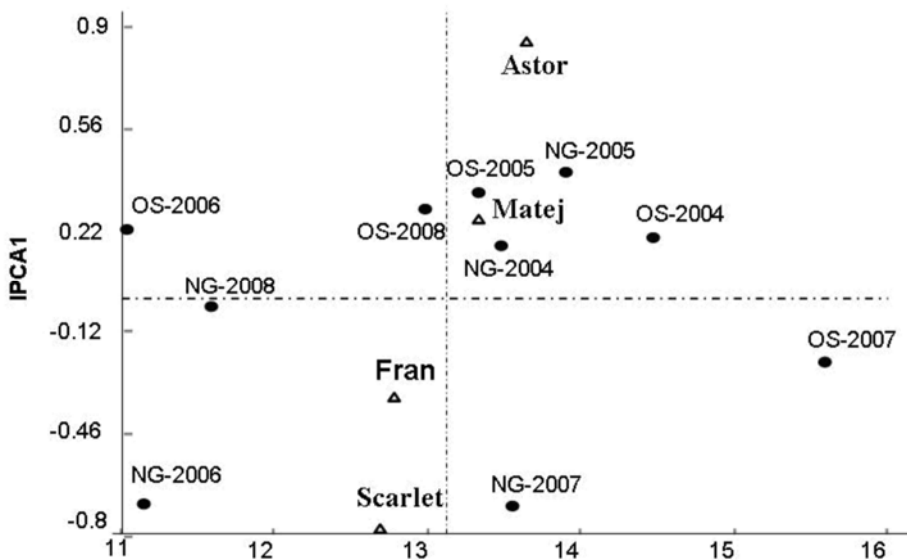
Nova Gradiška-2005., Osijek-2007., Osijek-2008. i Nova Gradiška-2007. Na temelju ostvarenih rezultata i sličnosti učinka uroda zrna u okolinama Osijek-2007. i Nova Gradiška-2007., za sortu Matej se uočava relativna povoljnost uvjeta proizvodnje u 2007. godini.

Na biplotu modela AMMI1 (Slika 3.) za svojstvo sadržaja bjelančevina u zrnu ječma uočavamo da su okoline lokacije Osijek-2006. i Nova Gradiška-2006. najnižeg sadržaja bjelančevina. Lokacija Nova Gradiška-2006. i Nova Gradiška-2007. ističu se višim interakcijskim skorovima IPCA1, a što ukazuje na manju pouzdanost predviđanja rezultata sadržaja bjelančevina i adaptabilnosti sorti u ovim uvjetima proizvodnje.

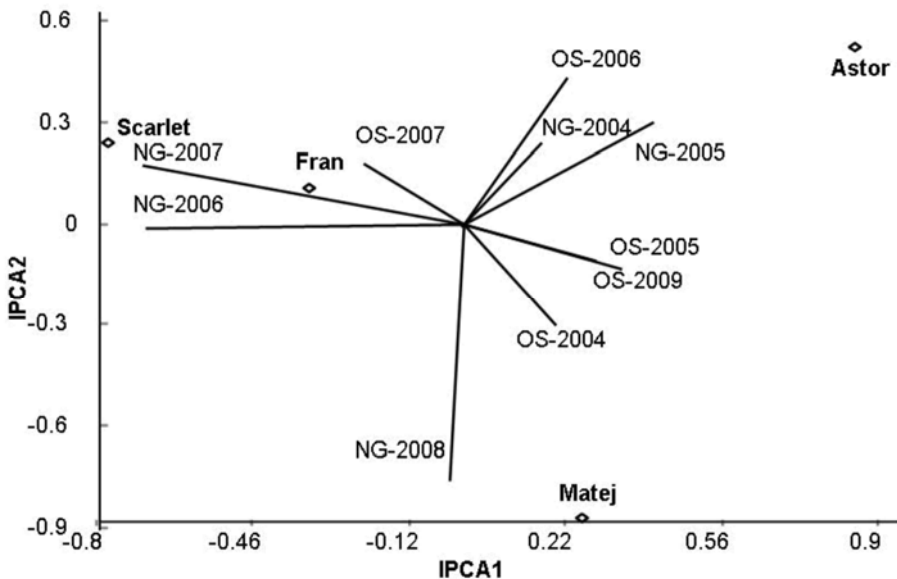
Visokim sadržajem bjelančevina i visokim interakcijskim skorovima ističe se sorta Astor. Ova sorta u biplotu nije povezana ni s jednim okolišem, a što pokazuje i sorta Fran. Sorte Fran i Scarlett su sorte koje se odlikuju nižim sadržajem bjelančevina, a u provedenim istraživanjima sorta Scarlett je imala viši interakcijski skor IPCA1, a sorta Fran niži interakcijski skor IPCA 1.

Slika 3. Model AMMI1 za sadržaj bjelančevina u zrnu

Figure 3 AMMI1 model for grain protein content



Slika 4. Model AMMI2 za sadržaj bjelančevina u zrnu
Figure 4 AMMI2 model for grain protein content



Navedeni pokazatelji adaptabilnosti, visina uroda zrna i interakcijski skor, ukazuju da je kod sorti Scarlett i Astor viša vjerojatnost nespecifičnih reakcija na uvjete proizvodnje (okoliš), niža adaptabilnost, nego kod sorti Fran i Matej.

Sorta Matej se u provedenim istraživanjima odlikuje iznad prosječnim sadržajem bjelančevina, nižim interakcijskim skorom IPCA1, te povezanosti s lokacijama Nova Gradiška-2004. i Osijek-2005.

U istraživanjima, putem AMMI2 biplot modela uočava se velika udaljenost sorti Astor, Matej i Scarlett od ishodišta, a što upućuje na nestabilnost ovih sorti za svojstvo sadržaja bjelančevina i značajan specifičan učinak okolišnih uvjeta na sadržaj bjelančevina kod ovih sorti (Slika 4.). Sorta Fran, smještena je u biplotu bliže ishodištu, te pokazuje značajno višu stabilnost za nizak sadržaj bjelančevina u zrnu ječma. Na biplotu se uočava i grupiranje lokacija Nova Gradiška-2007. i Nova Gradiška-2006., te njihova povezanost sa sortama Scarlett i Fran.

Za uspješnu proizvodnju, s obzirom na niži udio bjelančevina u zrnu kod pivskog ječma, Weston i sur., (1993) predlažu korištenje sorti s niskim udjelom bjelančevina, a što povećava vjerojatnost uspješnosti proizvodnje i umanjuje rizik od prekoračenja gornje granice količine bjelančevina u zrnu ječma od 11,5%. Autori ukazuju da je pouzdanost proizvodnje veća, ako se u proizvodnji koriste sorte koje stabilno ostvaruju nizak udio bjelančevina, neovisno na stresne okolišne uvjete.

Također, uspješnost proizvodnje neophodno je procijenjivati kroz sinergiju što višeg i stabilnijeg uroda zrna, a niže količine bjelančevina u zrnu ječma.

Na rezultate proizvodnje utječu genetske odlike sorte za rodnost i parametre pivarske kakvoće ječma, ali i sposobnost sorte da željene odlike ostvari u različitim okolinskim uvjetima, često stresnim, ovisnim o datumu sjetve, normi sjetve, tipu i plodnosti tla, klimatskim prilikama (Dofing, 1999.; Eagles i sur., 1995.; Lalić i sur., 2003).

Najčešće se pojavljuju dva modela koja objašnjavaju moguće odnose između stresnih uvjeta (nedostatak vlage i visoke temperature) i dušika, a navedeni učinci su najčešći razlog česte visoke količine bjelančevina u zrnu jarog ječma, te neostvarivanja planiranih uroda zrna. Prema prvom, stresni uvjeti usljed suše u vrijeme prije klasanja dovode do smanjenog unosa dušika tijekom vegetativnog perioda, a što se odražava na sniženje uroda zrna. Tada je dušik u većoj količini dostupan u fazi nalijevanja zrna, a zbog manjeg broja zrna povećava se količina bjelančevina u zrnu.

Prema drugom modelu, sušni uvjeti u vrijeme kasnije faze nalijevanja zrna ograničavaju ugradnju ugljikohidrata u zrno, dolazi do prisilnog sazrijevanja i nedovoljnog nalijevanja zrna, te se udio bjelančevina povećava, usljed njihovog smanjenog suodnosa unutar zrna. U navedenom drugom modelu posljedice sušnih uvjeta, prisilne zriobe u području Republike Hrvatske su češće (Lalić i Kovačević, 1997; Lalić i sur., 2006), a negativan učinak im je veći kod sorata kasnijeg klasanja. U provedenim istraživanjima navedeno potvrđuju značajne i velike razlike u urodu i količini bjelančevina između godina ispitivanja (Tablica 3.), kao i interakcijski skorovi IPCA1 i IPCA2 (Slika 1 – 4.) ispitivanih sorti ječma za urod zrna i količinu bjelančevina u zrnu ječma.

ZAKLJUČAK

Analizom varijance za urod zrna utvrđeni su značajni učinci godine i sorte, dok su značajni učinci godine, lokaliteta, norme sjetve i sorte procijenjeni za sadržaj bjelančevina.

Za sadržaj bjelančevina značajne su interakcije godina x lokalitet, godina x norma sjetve, godina x sorta.

Sorta Scarlett, uz urod zrna na razini prosjeka pokusa, vrlo visokog je interakcijskog skora IPCA1, a što ukazuje na nižu adaptabilnost ovoga kultivara uvjetima proizvodnje (lokaciji-godini) u provedenim istraživanjima.

Sorte Fran i Scarlett su sorte koje se odlikuju nižim sadržajem bjelančevina, a u provedenim istraživanjima sorta Scarlett je imala viši interakcijski skor IPCA1, a sorta Fran niži interakcijski skor IPCA 1.

Putem AMMI2 biplot modela uočava se velika udaljenost sorti Astor, Matej i Scarlett od ishodišta, a što upućuje na nestabilnost ovih sorti za svojstvo sadržaja

bjelančevina i značajan specifičan učinak okolišnih uvjeta na sadržaj bjelančevina kod ovih sorti.

PROTEIN CONTENT AND GRAIN YIELD OF SPRING BARLEY GENOTYPES IN DIFFERENT ENVIRONMENTAL CONDITIONS

SUMMARY

The study presents results of the research on four varieties of spring barley (Astor, Fran, Matej and Scarlett) during five years (2004 – 2008) at two localities (Osijek and Nova Gradiska). The additive main effects and multiplicative interaction (AMMI1 and AMMI2) models were used for analysis of genotype by environment interaction for grain yield and grain protein content.

Significant effects of year and variety on grain yield and significant effects of year, locality, sowing density and variety on grain protein content were estimated by analysis of variance. Significant interactions year x locality, year x sowing density and year x variety were found for grain protein content.

In this trial, variety Matej had highest grain yield with low interaction score IPCA1, which indicated favorable adaptability of that genotype to growing conditions. Biplot analysis implies grouping of this variety with growing conditions of locality Nova Gradiska – 2005. Variety Scarlett had grain yield at average level of the trial, but very high interaction score IPCA1 indicated lower adaptability of that genotype to growing conditions (locality – year). Varieties Fran and Scarlett are varieties that differ in low grain protein content, and in conducted trial variety Scarlett had higher interaction score IPCA1 in reverse to variety Fran which had lower interaction score IPCA1.

Based on AMMI2 biplot analysis a distinguished distance from starting point of varieties Astor, Matej and Scarlett is notable, indicating instability of those genotypes for grain protein content parameter and significantly specific effect of environmental conditions on grain protein content.

Key words: spring barley, variety, grain yield, protein content, AMMI

LITERATURA - REFERENCES

1. Baethgen, W. E., Christianson, C. B., Lamothe, A. G. (1995): Nitrogen fertilizer effects on growth, grain yield, and yield components of malting barley. *Field Crop Research* 43(2-3): 87-99.
2. Birch, C.J., Fukai, S., Broad, I.J. (1997): Estimation of responses of yield and GPC of malting barley to nitrogen fertilizer using plant nitrogen uptake. *Aust J Agric Res*, 48, 635-648.
3. Coles, G.D., Jamieson, P.D., Haslemore, R.M. (1991): Effects of moisture stress on malting quality in Triumph barley. *J. Cereal Sci*, 14, 161-177, 1991.
4. Dofing, S.M. (1999): Optimum development patterns for northern-adapted barley *Cereal Research Communications*. 27 (3); 289-292.

A. Lalić i sur.: Sadržaj bjelančevina i urod zrna genotipova jarog ječma u različitim proizvodnim uvjetima

- Eagles, H.A., Bedggod, A.G., Panozzo, J.F., Martin, P.J.(1995): Cultivar and enviromental effects on malting quality in barley.Australian Journal of Agriculture Research, 46, 831-844.
- Gauch, H. G. (1992): Statistical analysis of regional yield trials- AMMI analysis of factorial designs. Elsevier, Amsterdam.
- Grant, C.A., Gauer, L.E., Gehl, D.T., Bailey, L.D. (1991): Protein production and nitrogen utilization by barley cultivars in response to nitrogen fertilization under varying moisture conditions. Can J Plant Sci, 71, 997-1009.
- Lalić, A., Kovačević, J. (1997): Oplemenjivanje ječma za potrebe sladarstva i stočarstva u Republici Hrvatskoj. Poljoprivreda , 3 (2); 31-45.
- Lalić, A., Kovačević, J., Novoselović, D., Babić, D., Gunjača, J. (2003): Ostvarena dobit i učinak uvjeta uzgoja na urod zrna sorti ozimog i jarog ječma // Priopćenja - 38. Znanstveni skup hrvatskih agronoma, p.93-96
- Lalić, A., Kovačević, J., Drezner, G., Novoselović, D., Babić, D., Dvojković, K.; Šimić, Gordana (2006): Response of Winter Barley Genotypes to Croatian Environments-Yield, Quality and Nutritional Value. Cereal Research Communications. 34, 1, 433-436.
- Macnicol, P.K., Jacobsen, J.V., Keys, M.M., Stuart, I.M.(1993): Effects of heat and water stress on malt quality and grain parameters of Schooner barley grown in cabinets. J Cereal Sci, 18, 61-68, 1993.
- Savin, R. S., Nicolas, M. E. (1996): Effects of short periods of drought and high temperature on grain growth and starch accumulation of two malting barley cultivars. Aust. J. Pl. Physiol. 23: 201-210.
- Shakhathreh, Y., Kaffavin, O., Ceccarelli, S., Saoub, H. (2001): Selection of barley lines for drought tolerance in low-rainfall areas. Journal of Agronomy. 186(2), 119-127.
- Smith, D.B. (1990): Barley seed protein and its effects on malting and brewing quality. Plant Var Seeds, 3, 63-80.
- Vincetić, D., Krmpotić, A., Strinavić, J. (2007): Proizvodnja pivarskog ječma u Republici Hrvatskoj, Zbornik sažetaka - 42. Hrvatski i 2. Međ. simpozij agronoma. Opatija, 13. do 16. veljače 2007, 81-82.
- Žugec, I. (1984): Utjecaj reducirane obrade tla na prinos kukuruza u ekološkim uvjetima Slavonije: *Doktorski rad*. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.
- Weston, D.T., Horsley, R., Schwarz, P.B., Goos, R.J. (1993): Nitrogen and planting date effects on low-protein spring barley. Agron J, 85, 1170-1174, 1993.

Adresa autora – Author's address:

Dr. sc. Alojzije Lalić
Dr. sc. Josip Kovačević
Dr. sc. Gordana Šimić
Dr. sc. Dario Novoselović
Ivan Abičić dipl. ing.
Dr. sc. Vinko Duvnjak
Poljoprivredni institut Osijek
Južno predgrađe 17
HR-31 000 Osijek

Dr. sc. Lidija Lenart
Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku
Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek
Franje Kuhača 6, HR-31000 Osijek

Prof. dr. sc. Vlado Guberac
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Poljoprivredni fakultet u Osijeku
Trg Svetog Trojstva 3,
HR-31000 Osijek, Republika Hrvatska
e-mail: alojzije.lalic@poljinoh.hr

Priljeno – Received:

10. 04. 2009.