

## ABIOTIC STRESSES IN SOYBEAN PRODUCTION

### Summary

The main abiotic stresses which appear in soybean production are described in this paper. Abiotic stresses include extreme weather conditions (extremes in temperature, excesses in humidity or in drought), then stress because of deficiencies, excesses or imbalances of soil nutrients, excess pesticides, and mechanical or other injuries. The severity and type of injury of the soybean plant varies depending on the genotype, plant growth stage, the time interval of disturbance, and the plant part involved.

**Key words:** soybean, genotype, abiotic stresses, injury, plant growth stage

## TEMPORALNA ANALIZA OPLEMENJIVANJA I PROIZVODNJE JEČMA U REPUBLICI HRVATSKOJ

### Sažetak

U proizvodnji ozimog ječma u razdoblju od 1970. do 2009. godine najznačajnije sorte su Ager, Satir, Mursa, Alkar, Alpha, Pan, Robur, Rodnik, Sladoran, Plaisant, Rex, Tiffany, Lord, Favorit, Zlatko Vanessa, Barun, a u proizvodnji jarog ječma sorte Union, Velebit, Berenice, Jaran, Gimpel, Astor, Scarlet, Matej, Prestige.

U istraživanom četrdesetogodišnjem razdoblju ostvaren je državni prosjek uroda zrna ječma od 2.902 t/ha. Regresijskom analizom uroda zrna procijenili smo povećanje uroda zrna ječma od 47 kg/ha/godini.

U pokusima od 1970.–2009. godine na Poljoprivrednom institutu Osijek najraširenije sorte u proizvodnji u pojedinom razdoblju ostvarile su prosječan urod zrna kod ozimog ječma od 7.685 t/ha, a kod jarog ječma 6,045 t/ha. Regresijskom analizom uroda zrna na temelju pokusa na Poljoprivrednom institutu Osijek procijenili smo povećanje uroda zrna kod ozimog ječma od 88 kg/ha/godini.

Analizom varijance ANOVA procijenjeni su značajni učinci godine, lokaliteta i sorte za urod zrna i sadržaj bjelančevina. Među normama sjetve s 300 i 450 zrna/m<sup>2</sup> nije utvrđena značajna razlika (F-test neopravdan) za urod zrna, hektolitarsku masu zrna i sadržaj škroba, a nije ustanovljena značajna interakcija sorta\*norma sjetve za sva istraživanja svojstva. Utvrđena je značajna interakcija godina\*norma sjetve za urod zrna, hektolitarsku masu zrna i sadržaj bjelančevina. Za urod zrna, hektolitarsku masu zrna i sadržaj bjelančevina ustanovljene su značajne interakcije godina\*lokalitet\*norma sjetve (Y\*L\*D), godina\*sorta (Y\*G), sorta\*lokalitet (G\*L) i godina\*sorta\*lokalitet (Y\*G\*L).

Najvišim urodima zrna, slične razine, izdvojile su se sorte Barun (7.545 t/ha), Bingo (7.490 t/ha), Gvozđ (7.441 t/ha) i Zlatko (7.338 t/ha).

**Ključne riječi:** ječam, sorta, urod zrna, kakvoća zrna, oplemenjivanje, proizvodnja

### Uvod

Oplemenjivanje ječma u Republici Hrvatskoj ima dugu tradiciju, s početka ovoga stoljeća. Prvi radovi obuhvatili su prikupljanje gen-kolekcije ječma sorti domaćeg i stranog porijekla na Agronomskom fakultetu u Zagrebu (akademik Alojz Tavčar), na Selekcijskoj stanici u Brestovcu-Baranja i na Poljoprivrednom institutu Osijek (prof. dr. sc.

<sup>1</sup> Alojzije Lalić, Josip Kovačević, Dario Novoselović, Ivan Abičić, Poljoprivredni institut Osijek

<sup>2</sup> Robert Mijaković, Elektrotehnički fakultet Osijek

Mato Valenčić). U tim ustanovama je započeo i oplemenjivački rad na ječmu i priznate su i prve hrvatske sorte ječma (Belje73, M 45, Satir).

Temeljni ciljevi programa oplemenjivanja su stvaranje sorti pivarskog ječma visokog uroda zrna i poboljšanih pivarskih parametara kakvoće zrna, stvaranje sorti krmnog ječma te oplemenjivanje sorti ječma namijenjenih ljudskoj prehrani (golozrni ječam). Oplemenjivači nastoje u jednom genotipu ujediniti gene za visok urod zrna, vrlo dobru pivarsku kvalitetu, gene za nisku čvrstu stabljiku otpornu na polijeganje, otpornosti na rasprostranjene bolesti ječma, tolerantnost na biotski i abiotski stres. Naročito se preferiraju genotipovi koji će za navedene parametre imati visoku stabilnost i adaptabilnost u različitim uvjetima proizvodnje. Uz oplemenjivanje na široku adaptabilnost, oplemenjivanje na specifičnu adaptabilnost u cilju povećanja uroda zrna i namjenske kvalitete zrna za određenu subregiju unutar pojedine regije važna je strategija iskorištenja pozitivne interakcije genotip\*okolina (Ceccarelli, 1989., Annicchiarico, 2002). Ta strategija oplemenjivanja u održivoj poljoprivredi nameće se i zbog maksimalizacije iskoristivosti potencijala subregija odgovarajućim genotipom.

Adaptabilnost sorte na različite uvjete uzgoja te reakcija genotipa na biotske i abiotske stresove značajan je činitelj uspješne proizvodnje i širenja sorte u proizvodnji. Razvoj pivarstva i sladarstva u Republici Hrvatskoj zahtijeva poboljšanje pivarske kakvoće ječma i povećanje površina zasijanih ječmom. Proizvodnja ječma s visokim urodom zrna i odgovarajućom pivarskom kakvoćom moguća je samo kvalitetnim sortimentom, ali uz povoljne uvjete uzgoja i odgovarajuću tehnologiju proizvodnje.

U radu smo analizirali proizvodnju ječma od 1970.-2009. god., sadašnje stanje proizvodnje i oplemenjivanja ječma te mogućnosti proizvodnje ječma u Republici Hrvatskoj s obzirom na sortiment, uvjete uzgoja, urod zrna i namjensku kakvoću zrna.

### **Materijal i metode rada**

#### **Materijal i poljski pokusi**

Urod zrna procijenjen je na temelju pokusa na Poljoprivrednom institutu Osijek u razdoblju od 1970. do 2009. godine. Iz pokusa su izdvojeni rezultati uroda zrna za najraširenije sorte u širokoj proizvodnji u pojedinom petogodišnjem razdoblju. Najviše sijane sorte u proizvodnji ozimog ječma u razdoblju od 1970. do 1974. godine bile su sorte Satir i M45, u razdoblju od 1975. do 1979. godine sorte Mursa, Malta i Alkar, u razdoblju od 1980. do 1984. godine sorte Slavonac, Alpha i Pan, u razdoblju od 1985. do 1989. godine sorte Sladoran, Rodnik, Robur i NS 293, u razdoblju od 1990. do 1994. godine sorte Sladoran, Rex i Plaisant, u razdoblju od 1995. do 1999. godine sorte Rex, Sladoran i Plaisant, a od 2000. do 2004. godine sorte Rex, Zlatko, Angora (Tifany) i Lord. U razdoblju od 2004. do 2009. godine najzastupljenije sorte u proizvodnji ozimog ječma su Barun, Rex, Zlatko, Vanessa i Favorit.

Najraširenija sorta u proizvodnji jarog ječma u razdoblju od 1970. do 1974. godine bila je sorta Union, u razdoblju od 1975. do 1979. godine sorte Union i Velebit, u razdoblju od 1980. do 1984. godine sorte Velebit i Berenice, u razdoblju od 1985. do 1989. godine sorte Velebit, Jaran i NS 294, u razdoblju od 1990. do 1994. godine sorte Jaran, Gimpel i Astor, u razdoblju od 1995. do 1999. godine sorte Jaran, Gimpel i Astor, a od 2000. do 2004. godine sorte Jaran, Scarlet i Astor. U razdoblju od 2004. do 2009. godine najzastupljenije sorte u proizvodnji jarog ječma su Scarlet, Matej i Prestige.

U razdoblju od 1970. do 2009. godine pokusi su postavljeni metodom slučajnog blok rasporeda (RBCD) u 4 ili 5 ponavljanja na osnovnoj parceli veličine 5.4 m<sup>2</sup> (pokusi u 5 ponavljanja) ili 7.56 m<sup>2</sup> (od 1987. godine, pokusi u 4 ponavljanja).

Učinjena je regresijska analiza uroda zrna godine proizvodnje i rezultata uroda zrna najzastupljenijih sorti u pokusu ozimog i jarog ječma te prosječnog uroda zrna ječma u RH objavljenog od strane Državog zavoda za statistiku Republike Hrvatske i godine proizvodnje.

U pokusima od 2003./2004. do 2008./2009. godine na lokalitetima u Tovarniku, Novoj Gradiški, Požegi i Osijeku istraživano je 14 sorti ozimog ječma, 10 sorti PIO (Sladoran, Rex, Zlatko, Gvozd, Prometej, Barun, Trenk, Bingo, Lord i Princ). Tifany i Vanessa su sorte ječma porijekom iz Njemačke, sorta Plaisant iz Francuske, a Favorit je sorta BC Instituta u Zagrebu. Sorte Lord, Princ, Favorit i Plaisant su višeredne forme klasa.

Istraživanje je provedeno na četiri lokacije, od kojih se svaka odlikuje različitim tipom tla. Seleksijsko polje Poljoprivrednog instituta u Osijeku karakterizira eutrični kambisol (smeđe lesivirano tlo) sljedećih svojstava: pH (KCl) = 6,25, humus = 2,20 %. Lokacija Tovarnik odlikuje se tlom tipa crnice s pH (KCl) = 7,42 i udjela humusa = 2,96 %. Aluvijalno tlo pH (KCl) = 7,63 i udjela humusa = 1,83 % karakteristično je za lokaciju Nova Gradiška, dok je u Požegi prisutan pseudoglejni tip tla s pH (KCl) = 4,46 i udjelom humusa 1,80 %.

Pokus je postavljen u tri ponavljanja i s dvije norme sjetve (300 zrna/m<sup>2</sup> i 450 zrna/m<sup>2</sup>). Veličina osnovne parcelice iznosila je 7,56 m<sup>2</sup>. Istraživan je interakcijski učinak sorta\*okolina, a procijenjeni su parametri stabilnosti za urod zrna, hektolitarsku masu zrna, sadržaj bjelančevina i škroba.

Maseni udio bjelančevina (%) i škroba (%) u zrnu ječma određeni su *Infratec 1241 Grain Analyzerom* (Foss Tecator AB, Švedska).

#### **Obrada podataka**

Dobiveni podatci obrađeni su SAS 9.1 softwareom korištenjem procedura PROC GLM, PROC MEANS. Razlike između sorti i okolina testirane su LSD-testom i Duncan's Multiple Test Rangeom.

### Rezultati rada s raspravom

U proizvodnji ozimog ječma u četrdesetgodinjem razdoblju (1970.-2009. god.) najznačajnije sorte su Ager, Satir, Mursa, Alkar, Alpha, Pan, Robur, Rodnik, Sladoran, Plaisant, Rex, Tiffany, Lord, Favorit, Zlatko Vanessa, Barun, (Tablica 1.), a u proizvodnji jarog ječma sorte Union, Velebit, Berenice, Jaran, Gimpel, Astor, Scarlet, Matej, Prestige (Tablica 2).

U pokusima od 1970 - 2009. godine na Poljoprivrednom institutu Osijek najraširenije sorte u proizvodnji u pojedinom razdoblju ostvarile su prosječan urod zrna kod ozimog ječma od 7.685 t/ha, a kod jarog ječma 6,045 t/ha. U navedenom četrdesetgodinjem razdoblju ostvaren je državni prosjek uroda zrna od 2.902 t/ha (Graf 1.).

Regresijskom analizom uroda zrna na temelju pokusa na Poljoprivrednom institutu Osijek procijenili smo povećanje uroda zrna kod ozimog ječma od 88 kg/ha/godini, a uočava se učinak sortimenta u tome povećanju (Graf 1. i Tablica 1).

Vrlo visoki urodi zrna ostvareni su u razdoblju od 1985.-1989. godine. U tome razdoblju najraširenije sorte u proizvodnji bile su sorte Sladoran, Rodnik, Robur i NS 293. U tome razdoblju primjenjivani su «intenzivni» uvjeti uzgoja, sjetva se provodila s 500-550 kljavih zrna/m<sup>2</sup>, a korišteno je i preko 130 kg/ha čistog dušika. Za tu tehnologiju proizvodnje su sorte niske i čvrste stabljikom, otporne na polijeganje, koje podnose gusti sklop (Sladoran, Rodnik), (Martinčić i Kovačević, 1985., 1989.). Tu tehnologiju ne možemo preporučiti za proizvodnju pivarskog ječma.

U razdoblju 2000.-2004. godine, nove sorte Rex, Barun i Trenk, ostvarile su više urode zrna od najzastupljenijih sorti u razdoblju od 1985.-1989. godine, ali uz sjetvenu normu od 400 kljavih zrna /m<sup>2</sup> i gnojidbu od 90 do 105 kg/ha čistog dušika (Tablica 1). Tendencija povećanja uroda zrna ostvarena je i u petogodišnjem razdoblju 2005.-2009. godine, uz sjetvenu normu od 300 kljavih zrna/m<sup>2</sup>. U navedenim petogodišnjim razdobljima uočava se i učinak globalnog zatopljenja, a naročito se uočava ranije klasanje kod sorti ozimog ječma.

Regresijska analiza uroda zrna jarog ječma ne ukazuje na ostvarenu značajniju dobit oplemenjivanjem, niti tehnologijom proizvodnje jarog ječma, a koeficijent regresije (b) ukazuje na povećanje uroda zrna od 26 kg/ha/godini. Proizvodnja jarog ječma u petogodišnjem razdoblju 2000.-2004. godine imala je trend porasta (Graf 1. i Tablica 2.).

Međutim, proizvodnja jarog ječma pokazuje velika variranja po godinama proizvodnje, a što je u skladu s istraživanjima Kovačević i sur., 1994., Lalić i Kovačević, 1997. ukazuju da na području Republike Hrvatske, ozimi ječam u odnosu na jari ječam, pogotovo u nizinskim područjima, ostvaruje više, sigurnije i stabilnije urode zrna zbog boljeg

iskorištavanja jesenske i zimske vlage, bolje otpornosti na sušu, odnosno dozrijevanja prije ljetnih suša. Jari ječam u odnosu na ozimi ječam ima odliku bolje i ujednačenije kakvoće slada.

Sve intenzivnije se radi i na oplemenjivanju ozimog višerednog ječma. Cilj je, naročito, ostvariti stabilnost uroda zrna kod ove odlike ječma, povećati otpornost na polijeganje, a nastoji se uskladiti masu klasa i čvrstoću stabljike, povećati masu 1000 zrna, poboljšati formiranost zrna i udio zrna I. klase.

Tablica 1. Prikaz uroda zrna najraširenijih sorti u proizvodnji ozimog ječma u Republici Hrvatskoj od 1970.-2009. godine ostvarenih u pokusima u pojedinom petogodišnjem razdoblju na Poljoprivrednom institutu u Osijeku

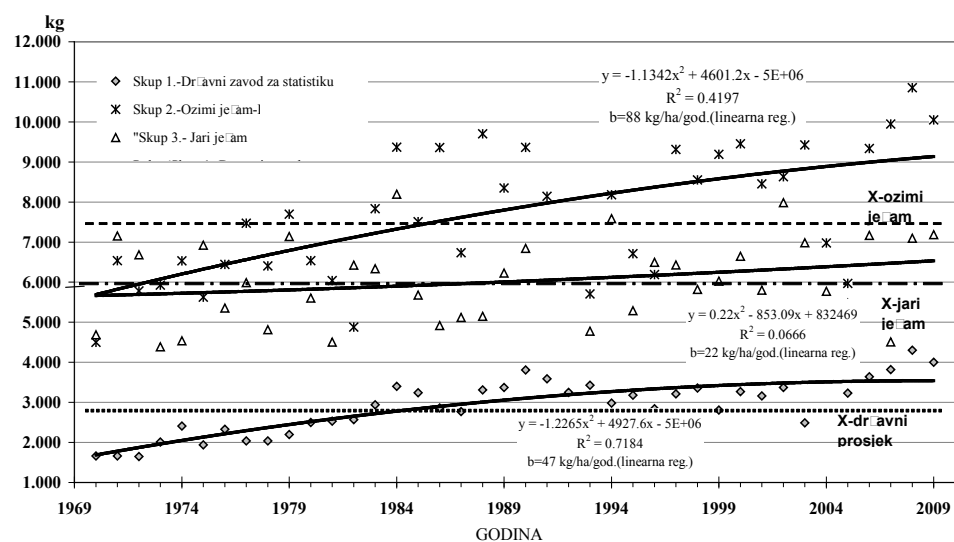
1970.-1974. god.		1975.-1979. god.		1980.-1984. god.		1985.-1989. god.	
Sorta	t/ha	Sorta	t/ha	Sorta	t/ha	Sorta	t/ha
Satir	5,943	Mursa	6,782	Alpha	6,622	NS293	8,248
Agere	6,774	Malta	6,420	Slavonac	6,621	Robur	7,848
M45	5,003	Alkar	6,731	Pan	7,552	Rodnik	8,480
						Sladoran	8,751
<b>Ukupno</b>	<b>5,686</b>	<b>Ukupno</b>	<b>6,644</b>	<b>Ukupno</b>	<b>6,932</b>	<b>Ukupno</b>	<b>8,332</b>
1990.-1994. god.		1995.-1999. god.		2000.-2004. god.		2005.-2009. god.	
Sorta	t/ha	Sorta	t/ha	Sorta	t/ha		
Rex	8,278	Rex	8,040	Rex	9,449	Barun	9,895
Sladoran	7,837	Sladoran	7,984	Zlatko	9,536	Zlatko	9,560
Plaisant	7,433	Plaisant	7,952	Lord	8,685	Vanessa	7,919
		Lord*	8,657	Angora	6,683	Rex	9,334
		Zlatko*	8,337	Barun**	10,357	Favorit	8,136
				Trenk**	9,534	Bingo**	9,771
<b>Ukupno</b>	<b>7,849</b>	<b>Ukupno</b>	<b>7,992</b>	<b>Ukupno-RZLA</b>	<b>8,589</b>	<b>Ukupno-BZV</b>	<b>9,125</b>
		<b>Ukupno-RSPZL</b>	<b>8,194</b>	<b>Ukupno-RZL</b>	<b>9,224</b>	<b>Ukupno-BZR</b>	<b>9,597</b>

\*\* sorte koje ulaze u proizvodnju, dvije ili tri godine  
RSZLAVBT- početna slova sorti

Tablica 2. Prikaz uroda zrna najraširenijih sorti u proizvodnji jarog ječma u Republici Hrvatskoj od 1970.-2009. godine ostvarenih u pokusima tijekom petogodišnjeg razdoblja na Poljoprivrednom institutu u Osijeku

1970.-1974. god.		1975.-1979. god.		1980.-1984. god.		1985.-1989. god.	
Sorta	t/ha	Sorta	t/ha	Sorta	t/ha	Sorta	t/ha
Velebit	5,789	Velebit	6,248	Velebit	6,190	Velebit	5,072
Union	5,448	Union	5,840	Berenice	6,236	Jaran	5,876
						NS 294	5,305
<b>Ukupno</b>	<b>5,489</b>	<b>Ukupno</b>	<b>6,044</b>	<b>Ukupno</b>	<b>6,213</b>	<b>Ukupno</b>	<b>5,418</b>
1990.-1994. god.		1995.-1999. god.		2000.-2004. god.		2005.-2009. god.	
Sorta	t/ha	Sorta	t/ha	Sorta	t/ha	Sorta	t/ha
Jaran	6,533	Jaran	6,181	Scarlet	6591	Scarlet	5.984
Gimpel	6,068	Gimpel	6,112	Matej	7018	Matej	6.484
Astor	6,613	Astor	5,740	Astor	7010	Prestige*	7.397
<b>Ukupno</b>	<b>6,405</b>	<b>Ukupno</b>	<b>6,011</b>	<b>Ukupno</b>	<b>6873</b>	<b>Ukupno</b>	<b>5,985</b>

sorta u proizvodnji dvije godine



Graf 1. Regresijska analiza uroda zrna sorti ozimog jarog ječma u pokusima na Poljoprivrednom institutu u Osijeku, 1970. - 2009. godine, te na temelju podataka uroda zrna Državnog zavoda za statistiku RH  
Graph 1. Regression analysis of the yield of kernels in winter and spring barley from the trials at the Osijek Institute of Agriculture from 1970 to 2009 and on the basis of the yields as recorded by the State Institute of Statistics

Analizom varijance ANOVA procijenjeni su značajni ( $F=***$ ) učinci godine, lokaliteta i sorte za urod zrna i sadržaj bjelančevina. Među normama sjetve s 300 i 450 zrna/ $m^2$  nije utvrđena značajna razlika ( $F$ -test neopravdan) za urod zrna, hektolitarsku masu zrna i sadržaj škroba, a nije ustanovljena značajna interakcija sorta\*norma sjetve za sva istraživana svojstva. Utvrđena je značajna ( $F=**,***$ ) interakcija godina\*norma sjetve

za urod zrna, hektolitarsku masu zrna i sadržaj bjelančevina. Ustanovljene su značajne ( $F=***, *$ ) interakcije godina\*lokalitet\*norma sjetve ( $Y*L*D$ ), godina\*sorta ( $Y*G$ ), sorta\*lokalitet ( $G*L$ ) i godina\*sorta\*lokalitet ( $Y*G*L$ ) za urod zrna, hektolitarsku masu zrna i sadržaj bjelančevina (Tablica 3).

Tablica 3. ANOVA za urod zrna i parametre kakvoće zrna ozimog ječma

Izvori		Sume kvadrata				
varijabiliteta	n-1	Urod zrna	Hektolitarska masa zrna	Sadržaj bjelančevina	Sadržaj škroba	
Ponavljjanje	2	1.60	8.39	5.56	35.40	
Godina (Y)	4	1761.42 ***	6415.29 ***	911.62 ***	340.60 *	
Norma sjetve(D)	1	0.06	1.41	2.14 *	9.61	
Y*D	4	7.66 **	15.17	21.67 ***	83.82	
Location (L)	3	1281.69 ***	2805.30 ***	378.67 ***	125.69	
Y*L	12	266.55 ***	1898.86 ***	602.54 ***	695.02	
L*D	3	22.14 ***	63.23 ***	9.49 ***	93.78	
Y*L*D	12	33.59 ***	104.90 ***	74.40 ***	567.33	
Kultivar (G)	13	283.12 ***	9643.55 ***	109.72 ***	494.79	
Y*G	52	242.43 ***	1173.18 ***	82.22 ***	1780.40	
G*D	13	3.69	17.98	8.75	462.34	
Y*G*D	52	19.28	90.11	14.03	1819.17	
G*L	39	132.20 ***	518.73 ***	75.75 ***	1464.47	
Y*G*L	156	303.94 ***	1708.39 ***	77.88 *	5539.98	
G*L*D	39	9.91	54.52	8.33	1361.78	
Y*D*L*G	156	53.55	257.90	48.54	5106.65	
Pogreška	1118	620.81	2652.63	456.51	38343.71	
<b>Total</b>	<b>1679</b>	<b>5043.65</b>	<b>27429.54</b>	<b>2887.82</b>	<b>58324.53</b>	

F-test significance level: \*  $P \leq 0,05$ ; \*\*  $P \leq 0,01$ ; \*\*\*  $P \leq 0,001$

Tablica 4. Vrijednosti uroda zrna, hektolitarske mase zrna, sadržaja škroba i bjelančevina

Sorta/ Godinal/ Lokalitet/ Norma sjetve	Urod zrna, $tha^{-1}$	Hektolitarska masa zrna, kg	Sadržaj bjelančevina, %	Sadržaj škroba, %
Sladoran	7.048	e	64.29	ef
Rex	7.286	cd	66.97	b
Zlatko	7.338	bc	67.93	a
Barun	7.545	a	66.02	d

Trenk	7.121	de	66.60	bc	12.32	efg	60.96	a
Gvozd	7.441	abc	66.29	cd	12.78	ab	60.42	ab
Prometej	7.286	cd	66.52	c	12.90	a	60.42	ab
Bingo	7.490	ab	67.60	a	12.47	de	60.90	a
Tiffany	5.959	h	63.31	g	12.66	bc	60.34	ab
Vanessa	6.572	g	63.49	g	12.87	a	60.75	a
Plaisant	6.821	f	63.90	f	12.28	fg	60.72	a
Lord	6.844	f	64.60	e	12.16	gh	61.09	a
Princ	7.080	e	60.21	h	12.17	gh	60.36	ab
Favorit	6.818	f	60.10	h	12.55	cd	59.88	ab
LSD p=95%	0.189		0.39		0.16		1.48	
2004. god.	6.348	d	63.49	d	13.59	a	60.35	ab
2005. god.	5.386	e	61.73	e	13.10	b	59.81	b
2006. god.	7.534	c	66.98	a	11.63	e	61.18	a
2007. god.	7.910	b	65.69	c	11.99	d	60.47	ab
2009. god.	8.054	a	66.35	b	12.11	c	60.73	a
LSD p=95%	0.113		0.23		0.10		0.89	
Osijek	8.538	a	67.04	a	12.83	b	60.75	
Nova Gradiška	6.463	c	64.50	b	11.71	d	60.82	
Požega	6.401	c	63.98	c	12.93	a	60.21	
Tovarnik	6.783	b	63.85	c	12.47	c	60.26	
LSD p=95%	0.109		0.21		0.09		ns	
300 zrna	7.052		64.87		12.45	b	60.48	
450 zrna	7.040		64.81		12.52	a	60.42	
LSD p=95%	ns		ns		0.06		ns	
Prosjeak	7.046		64.85		12.48		60.51	

“a...d” - Duncan's Multiple Range Test za  $P \leq 0,05$

Normom sjetve od 450 zrna/m<sup>2</sup> ostvaren je urod zrna od 7.040 t/ha, a normom sjetve od 300 zrna/m<sup>2</sup> urod zrna od 7.052 t/ha. Najvišim urodima zrna, slične razine, izdvojile su se sorte Barun (7.545 t/ha), Bingo (7.490 t/ha), Gvozd (7.441 t/ha) i Zlatko (7.338 t/ha) (Tablica 4).

Visokom hektolitarskom masom zrna, slične razine, izdvojile su se sorte Zlatko (67.93 kg) i Bingo (67.60 kg), a najvišim sadržajem škroba sorte Barun (61.06%), Zlatko (61.03%) i Lord (61.09 %) (Tablica 3). Sorte najvišeg sadržaja bjelančevina u provedenim istraživanjima, slične razine, su Prometej (12.90%), Gvozd (12.78 %), Vanessa (12.87%). Sorta najnižeg sadržaja bjelančevina je Barun (12.08 %). Ukupno, sve sorte su imale iznadprosječno visoki sadržaj bjelančevina (iznad 11,5%) u zrnu, a sadržaj bjelančevina značajno je ovisio o godini proizvodnje. Povoljnije za proizvodnju pivar-

skog ječma sa stajališta količine bjelančevina u zrnu bile su 2005./06. godina i 2006./07. godina (Tablica 4).

Međutim, uz količinu bjelančevina u zrnu za kakvoću slada značajna je i sposobnost razgradnje bjelančevina tijekom slađenja (Narziss, 1976.).

Istraživanjima je ustanovljeno da su genotipovi kasnijeg klasanja, duže vegetacije (poput Tiffany, Vanessa, Favorit) ostvarili značajno niže urode zrna (Tablica 3) u odnosu na ranozrelije sorte poput (Binga, Baruna, Prometeja, Gvozda, Zlatka). Razlike u klasanju navedenih grupa sorti je od šest do dvanaest dana, ovisno o godini i sorti (Lalić i sur., 2003.; Lalić i sur., 2006.). Takva reakcija kasnozrelih sorti sigurno je povezana s interakcijom datuma klasanja i dužine perioda nalijeivanja zrna te sušnih (stresnih) uvjeta proizvodnje koji su uobičajeni u uvjetima proizvodnje Republike Hrvatske i jugoistočne Europe. Shakhathreh i sur. (2001.) iznose da je duljina perioda nalijeivanja zrna u uvjetima povoljne vlažnosti pozitivnog učinka na urod zrna i kvalitetu zrna, ali da su u sušnim uvjetima genotipovi duže vegetacije ostvarili značajno niže urode zrna.

Provedena istraživanja u radu ukazuju na razlike u adaptabilnosti i izražajnosti istraživanih sorti, za pojedine odlike, na uvjete uzgoja (lokacije-godine), različite reakcije sorti na biotske i abiotske stresove, a rezultati istraživanja ukazuju na superiorne sorte u uvjetima uzgoja Republike Hrvatske.

### Zaključak

U proizvodnji ozimog ječma u razdoblju od 1970. do 2009. godine najznačajnije sorte su Ager, Satir, Mursa, Alkar, Alpha, Pan, Robur, Rodnik, Sladoran, Plaisant, Rex, Tiffany, Lord, Favorit, Zlatko Vanessa, Barun, a u proizvodnji jarog ječma sorte Union, Velebit, Berenice, Jaran, Gimpel, Astor, Scarlet, Matej, Prestige.

U istraživanom četrdesetogodišnjem razdoblju ostvaren je državni prosjek uroda zrna ječma od 2.902 t/ha. Regresijskom analizom uroda zrna procijenili smo povećanje uroda zrna ječma od 47 kg/ha/godini.

U pokusima od 1970.–2009. godine na Poljoprivrednom institutu Osijek najraširenije sorte u proizvodnji u pojedinom razdoblju ostvarile su prosječan urod zrna kod ozimog ječma od 7.685 t/ha, a kod jarog ječma 6,045 t/ha.

Analizom varijance ANOVA procijenjeni su značajni učinci godine, lokaliteta i sorte za urod zrna i sadržaj bjelančevina. Među normama sjetve s 300 i 450 zrna/m<sup>2</sup> nije utvrđena značajna razlika (F-test neopravdan) za urod zrna, hektolitarsku masu zrna i sadržaj škroba, a nije ustanovljena značajna interakcija sorta\*norma sjetve za sva istraživana svojstva.

Utvrđena je značajna interakcija godina\*norma sjetve za urod zrna, hektolitarsku masu zrna i sadržaj bjelančevina. Ustanovljene su značajne interakcije godina\*lokalitet\*norma sjetve (Y\*L\*D), godina\*sorta (Y\*G), sorta\*lokalitet (G\*L) i godina\*sorta\*lokalitet (Y\*G\*L) za urod zrna, hektolitarsku masu zrna i sadržaj bjelančevina.

Visokim urodima zrna, slične razine, izdvojile su se sorte Barun (7.545 t/ha), Bingo (7.490 t/ha), Gvozd (7.441 t/ha) i Zlatko (7.338 t/ha)

### Literatura:

- Annicchiarico, P. (2002.): *Genotype\*environment interactions—Challenges and opportunities for plant, plant breeding and cultivar recommendations. Food and agriculture.*
- Ceccarelli, S., Grandi, S., Impiglia A. (1998.): *Choice for selection strategy in breeding barley for stress environments. Euphytica, 103(3), 307-318.*
- Kovačević, J., A. Lalić, J. Martinčić, I. Šimić, J. Horvat, M. Juzbašić, Z. Kelečeni, I. Kutli, L. Lešić, I. Marjanović, Z. Mužar i B. Nikolić (1994.): *Mogućnosti proizvodnje ječma i slada u Republici Hrvatskoj, Poljoprivredne aktualnosti, 30, 457-469*
- 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.*
- Martinčić, J., J. Kovačević (1985.): *Prikaz rada na oplemenjivanju ječma - Pivarstvo, god.18, br.4, str.201-204.*
- Martinčić, J., J. Kovačević (1989.): *Selekcija kao faktor unapređenja proizvodnje ječma - Zbornik radova Instituta za stma žita Kragujevac, s.427-436, 1989.*
- Narziss, L. (1976.): *Technologie der Malzbereitung, 6th ed., f.-Enke-Verlag, Stuttgart.*
- SAS Institute Inc., 2007. *SAS/STAT User's Guide . SAS Institute Inc., Cary, NC.*
- Shakhatreh, 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.*

## TEMPORAL ANALYSIS OF BARLEY BREEDING AND PRODUCTION CYCLES IN THE REPUBLIC OF CROATIA

### Summary

The most important winter barley varieties in production through the period from 1970 to 2009 were, and some still are: Ager, Satir, Mursa, Alkar, Alpha, Pan, Robur, Rodnik, Sladoran, Plaisant, Rex, Tiffany, Lord, Favorit, Zlatko Vanessa, Barun; together with spring barley varieties: Union, Velebit, Berenice, Jaran, Gimpel, Astor, Scarlett, Matej, Prestige. During forty years of research, the state average for grain yield reached 2.902 t/ha. We have estimated by regression analysis the increase of grain yield by 47 kg/ha/year.

The trials held in "Agricultural Institute Osijek" through 1970-2009 showed that represented varieties within highlighted periods achieved the average grain yield of 7.685 t/ha (winter types), and 6,045 t/ha (spring types). Results obtained from regression analysis for grain yield of winter barley types displayed the increase by 88 kg/ha/year.

Assessment using analysis of variance (ANOVA) pointed out significant effects of year, locality and variety towards grain yield and protein content. There has been no significant difference (F-test unjustified) while using sowing rate as a factor (300 and 450 grains/m<sup>2</sup>) for grain yield, hectoliter grain mass and protein content. Also, variety\*sowing rate interaction for all of the traits observed was insignificant. On the other hand, significant interaction year\*sowing rate has been pointed out for the following traits: grain yield, hectoliter grain mass and protein content. A similar case reoccurred in interactions concerning year\*locality\*sowing rate (Y\*L\*D), year\*variety (Y\*G), variety\*locality (V\*L) and year\*variety\*locality (Y\*V\*L) for traits mentioned above. The highest in grain yield were varieties Barun (7.545 t/ha), Bingo (7.490 t/ha), Gvozd (7.441 t/ha) and Zlatko (7.338 t/ha).

**Key words:** barley, variety, grain yield, grain quality, breeding, production