

IZVORNI ZNANSTVENI RAD

Parametri kakvoće ječma i slada obzirom na sinergiju genotipa i okolišaAlojzije Lalić¹, Josip Kovačević¹, Gordana Šimić¹, Ivan Abičić¹, Lidija Lenart²¹ Poljoprivredni institut Osijek, Južno predgrađe 17, HR-31 000 Osijek, Republika Hrvatska
(e-mail: alojzije.lalic@poljinos.hr)² Sveučilište J. J. Strossmayer u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Franje Kuhača 6, HR-31000 Osijek, Republika Hrvatska**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) provedena su istraživanja uroda zrna, hektolitarske mase, sadržaja proteina i škroba, sadržaja ekstrakta (EF), razlike ekstrakta između fine i grube meljave (DEF), viskoznosti sladovine (VIS), friabilnosti (FRI), Kolbachovog indeksa (KI), dijastatske snage (DWP), α -amilaze (LA) i β -glukanaze (BGLU). Značajan ($P \leq 0,05$) učinak na urod zrna, hektolitarsku masu zrna, sadržaj proteina i škroba, EF, FRI, DWP, LA i BGLU imala je godina uzgoja i sorta. Značajne razlike između lokaliteta procijenjene su za hektolitarsku masu zrna, sadržaj bjelančevina, sadržaj škroba, EF i FRI.

Ključne riječi: jari ječam, sorta, urod zrna, kakvoća zrna i slada, GEI

Uvod

Postojeća proizvodnja pivarskog ječma u Republici Hrvatskoj nastoji se povećati, a naročito proizvodnja jarog pivarskog ječma (Vincetić i sur., 2007.), putem organiziranja proizvodnje pivarskog ječma, primjene znanstvenih istraživanja vezanih za proizvodnju ječma, rezultata oplemenjivanja i povećanjem površina pod pivarskim ječmom. U oplemenjivanju ječma sposobnost razgradnje ječma (Narziss, 1976), te parametri razgrađenosti slada predstavljaju važne kriterije u selekciji ječma na pivarsku kakvoću. Kramer-Georg i sur., (2001) ukazuju na enzime za razgradnju škroba, prisutne u zrnu ječma, kao važan kriterij u oplemenjivanju ječma zbog svoje značajne uloge u postizanju dobre sladarske kakvoće. Na rezultate proizvodnje utječu genetske odlike sorte za rodost i parametre pivarske kakvoće ječma, ali i sposobnost sorte da te željene odlike ostvari u različitim okolinskim uvjetima, često stresnim, ovisnim o datumu sjetve, normi sjetve, tipu i plodnosti tla, klimatskim prilikama.

Materijal i metode

Četiri kultivara jarog dvorednog ječma (tri kultivara stvorena na Poljoprivrednom institutu Osijek - Astor, Fran i Matej; kultivar Scarlett je porijeklom iz Njemačke) su istraživana na dva lokaliteta - Osijek (eutrični kambisol - pH u 1n KCl: 7.10), i Nova Gradiška (aluvijalno tlo - pH u 1n KCl: 5.90) kroz pet godina (2004, 2005, 2006, 2007 i 2008). Pokus je postavljen RCBD dizajnom, u tri ponavljanja i s dvije norme sjetve (300 zrna/m² i 450 zrna/m²). Veličina osnovne parcelice iznosila je 7,56 m². Analiziran je urod zrna, hektolitarska masa zrna, sadržaj proteina (PC), sadržaj škroba (SC), te kakvoća slada parametrima sadržaja ekstrakta fine meljave (EF), razlike sadržaja ekstrakta između fine i grube meljave (DEF), viskoznosti sladovine (VIS), friabilnosti (FRI), Kolbachovog indeksa (KI), dijastatske snage (DWP), α -amilaze i β -glukanaze. Analize slada provedene

su tijekom tri godine (2004, 2005, 2006), na prosječnom uzorku iz svih šest ponavljanja. Mikroslađenje i analiza slada provedeni su na Research Institute of Brewing and Malting, PLC, Malting Institute Brno, Republika Češka. Dobiveni podatci obrađeni su SAS 9.1 software-om korištenjem procedura PROC GLM, PROC MEANS. Razlike između sorti i okolina testirane su LSD-testom i Duncan's Multiple Test Range-om.

Rezultati i rasprava

Rezultati istraživanja uroda zrna, hektolitarske mase zrna, sadržaja proteina i škroba, sadržaja ekstrakta, sadržaja ekstrakta fine meljave (EF), razlike sadržaja ekstrakta između fine i grube meljave (DEF), viskoznosti sladovine (VIS), friabilnosti (FRI), Kolbachovog indeksa (KI), dijastatske snage (DWP), α -amilaze i β -glukanaze prikazani su u Tablicama 1 - 4. Analizom varijance ANOVA za urod zrna utvrđeni su značajni učinci godine i sorte, dok su značajni ($F=0.05; 0.001$) učinci godine, lokaliteta, norme sjetve i sorte procijenjeni za hektolitarsku masu zrna, sadržaj bjelančevina i sadržaj škroba. Ustanovljene su za urod zrna značajne interakcije godina*lokalitet ($G*L$) ($F=0.001$), godina*lokalitet*norma sjetve ($G*L*NS$) ($F=0.05$), godina*sorta ($G*S$) ($F=0.05$). Za svojstva hektolitarska masa zrna, sadržaj bjelančevina i škroba značajne ($F=0.01; 0.001$) su interakcije godina*lokalitet, godina*norma sjetve, godina*sorta. Za hektolitarsku masu zrna i sadržaj škroba značajne su i interakcije godina*lokalitet*norma sjetve ($F=0.001$), godina*lokalitet*sorta ($F=0.05; 0.01$) (Tablica 1). 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 urod zrna slične razine. Značajan ($P \geq 0,05$) učinak na urod zrna, hektolitarsku masu zrna, sadržaj proteina i škroba, sadržaj ekstrakta, friabilnost (FRI), dijastatsku snagu (DWP), α -amilazu i β -glukanazu imala je godina uzgoja. Razlike u urodu zrna između lokaliteta Osijek (5,410 tha⁻¹) i Nova Gradiška (5,227 tha⁻¹) nisu statistički opravdane. Značajne ($P \geq 0,05$) razlike između lokaliteta Osijek i Nova Gradiška procijenjene su za hektolitarsku masu zrna, sadržaj bjelančevina, sadržaj proteina, sadržaj ekstrakta i friabiliteta. Razlike između lokaliteta nisu bile značajne za parametre kakvoće slada: DEF, VIS, FRI, KI, DWP, α -amilazu i β -glukanazu.

U istraživanjima je značajno nižeg uroda zrna od sorte Matej, te niže hektolitarske mase zrna u odnosu na druge ispitivane sorte bila sorta Scarlett. Ovakova reakcija sorte Scarlett povezana je s datumom klasanja, dužinom perioda nalijevanja zrna i sušnim (stresnim) uvjetima proizvodnje, naročito u 2007. godini. Shakhathreh i sur. (2001) iznose da je duljina perioda nalijevanja 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. Sorta Scarlett u uvjetima proizvodnje Republike Hrvatske kasnije klasa od sorti Fran, Astor i Matej za sedam do deset dana. Na značaj i učinke datuma klasanja i dužine perioda nalijevanja zrna ukazuje i Dofing (1999) za ječam uzgajan u sjevernim područjima Europe. Istraživanje provedeno u južnoistočnom predjelu Australije, u uvjetima sličnim mediteranskim, pokazalo je postojanje značajne interakcije kultivar*okoliš, s naročito istaknutim utjecajem godine na parametre sladarske kakvoće: količinu ekstrakta, dušik u zrnu i dijastatsku snagu (Eagles i sur., 1995).

Na količinu stvorene α -amilaze utječe sorta ječma, ali i dužina vegetacije (Narziss, 1976). Ukoliko je duži vegetacijski period od sjetve do žetve, viša je aktivnost α -amilaze. Autori iznose da aktivnost β -amilaze ovisi o sorti ječma, uvjetima proizvodnje, povoljnosti godine, ali najviše o sadržaju bjelančevina ječma.

Tablica 1. ANOVA za jari ječam

Izvor varijabiliteta	n-1	Suma kvadrata			
		Urod zrna	Hekto. masa	Protein	Škrob
Ponavljjanje	3	5.96	6.71	7.38	1.34
Godina (G)	4	147.58 ***	3138.3 ***	505.31 ***	566.48 ***
Lokalitet (L)	1	2.67	135.33 ***	44.63 ***	318.71 ***
G*L	4	92.15 ***	224.66 ***	74.09 ***	783.94 ***
Norma sjetve (NS)	1	0.02	11.36 *	14.07 ***	7.49 ***
G*NS	4	1.39	88.54 ***	18.35 ***	16.27 ***
L*NS	1	0.86	13.82 *	0.01	0.03
G*L*NS	4	7.63 *	57.30 ***	4.36	9.60 ***
Sorta (S)	3	11.86 **	1156.6 ***	48.62 ***	26.75 ***
G*S	12	16.81 *	556.71 ***	19.11 ***	18.19 ***
L*S	3	2.51	16.60	3.45	1.31
G*L*S	12	15.27	57.15 *	8.79	9.14 **
NS*S	3	2.79	22.61 *	1.53	0.90
G*NS*S	12	2.98	44.32	2.90	1.52
L*NS*S	3	0.50	1.62	0.15	0.51
G*L*NS*S	12	2.78	38.10	3.36	2.70
Greška	237	182.60	520.34	122.73	68.22
Suma	319	496.36	6090.1	878.84	1833.08

Razine značajnosti F-testa: * $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,0001$ **Tablica 2. Vrijednosti uroda zrna, hektolitarske mase zrna, sadržaja škroba i proteina**

Sorta / Godina/ Lokalitet/ Norma sjetve	Urod zrna, tha ⁻¹	Hektolitarska masa, kg	Sadržaj proteina, %	Sadržaj škroba, %				
Astor	5.105	b	66.99	a	13.64	a	60.28	c
Fran	5.270	b	66.14	b	12.78	c	60.61	b
Matej	5.631	a	66.01	b	13.34	b	60.15	c
Scarlett	5.268	b	62.08	c	12.70	c	60.88	a
LSD 0,05	0.273		0.46		0.22		0.17	
2004. god.	4.865	d	67.25	b	13.98	b	60.15	c
2005. god.	5.435	c	64.96	c	13.62	c	61.07	b
2006. god.	6.186	a	67.97	a	11.10	e	58.58	d
2007. god.	4.281	e	59.37	d	14.58	a	59.99	c
2008. god.	5.827	b	66.98	b	12.29	d	62.61	a
LSD 0,05	0.305		0.51		0.25		0.18	
Osijek	5.410		65.96	a	13.49	a	59.48	b
Nova Grad.	5.227		64.66	b	12.74	b	61.48	a
LSD 0,05	ns		0,32		0,16		0,12	
450 zrna	5.326		65.49	a	13.32	a	60.32	b
300 zrna	5.311		65.11	b	12.90	b	60.63	a
LSD 0,05	ns		0,32		0,16		0,12	
Prosjek	5.319		65.31		13.11		60.48	

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

Mnoga istraživanja ukazuju da postoji jaka korelacija između viskoznosti sladovine i količine β -glukana, ali Erdal i Gjersten (1967) ukazuju da se mora voditi računa o utjecaju kultivara i godine proizvodnje. Ječam s malo bjelančevina, i ječam požet po vlažnom vremenu s istom energijom klijanja i hidrosenzibilitetom, pod istim uvjetima razgrađuje se brže i potpunije od ječma s visokim sadržajem bjelančevina ili od ječma požetog po suhom vremenu (Narziss, 1976). Ukoliko je duži vegetacijski period od sjetve do žetve, viša je aktivnost α -amilaze. Isti autor iznosi da aktivnost β -amilaze ovisi o sorti ječma, uvjetima proizvodnje, povoljnosti godine, ali najviše od sadržaja bjelančevina ječma.

Tablica 3. Vrijednosti količine i razlike ekstrakta slada, friabilnosti i viskoznosti

Sorta / Godina/ Lokalitet/	Extract fina melj., %		Razlika eks. fine i grube meljave, %		Friabilnost %		Viskoznost sladovine, cPV	
Astor	79.77	b	1.77	a	55.62	c	1.700	a
Fran	80.62	ab	1.43	b	71.62	a	1.552	bc
Matej	80.42	ab	1.87	a	62.62	b	1.612	b
Scarlett	81.32	a	1.27	b	70.42	a	1.512	c
LSD	1.02		0.29		4.31		0.087	
2004. god.	79.46	c	1.93	a	55.99	c	1.708	a
2005. god.	80.61	b	1.78	a	63.53	b	1.543	b
2006. god.	81.51	a	1.05	b	75.69	a	1.531	b
LSD	0.89		0.25		3.74		0.075	
Osijek	81.01	a	1.50		67.73	a	1.621	
Nova Gradiška	80.05	b	1.67		62.40	b	1.566	
LSD	0.72		ns		3.05		ns	
Prosjek	80.53		1.58		65.07		1.594	

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

Tablica 4. Vrijednosti dijastatske snage, Kolbachovog indeksa, α -amilaze i β -glukanaze

Sorta/ Godina/ Lokalitet/	Dijastatska snaga, wk		Kolbach indeks		α - amilaza		β - glukanaza	
Astor	234	b	36.95	b	45.00	c	316	c
Fran	183	c	37.87	b	50.33	b	409	b
Matej	259	b	37.72	b	48.50	bc	330	c
Scarlett	370	a	44.20	a	62.33	a	522	a
LSD	35		3.14		5.13		61	
2004. god.	275	a	38.24		50.00	b	301	b
2005. god.	295	a	40.30		55.00	a	429	a
2006. god.	215	b	39.01		49.63	b	453	a
LSD	31		ns		4.45		53	
Osijek	258		39.05		51.83		404	
Nova Gradiška	265		39.32		51.25		384	
LSD	ns		ns		ns		ns	
Prosjek	261		39.18		51.54		394	

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

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 hektolitarsku masu zrna, sadržaj bjelančevina i sadržaj škroba.

Za svojstva hektolitarska masa zrna, sadržaj bjelančevina i škroba značajne su interakcije godina*lokalitet, godina*norma sjetve, godina *sorta.

Značajan učinak na urod zrna, hektolitarsku masu zrna, sadržaj proteina i škroba, sadržaj ekstrakta, friabilnost (FRI), dijestatsku snagu (DWP), α -amilazu i β -glukanazu imala je godina uzgoja i sorta. Značajne razlike između lokaliteta Osijek i Nova Gradiška procijenjene su za hektolitarsku masu zrna, sadržaj bjelančevina, sadržaj proteina, sadržaj ekstrakta i friabilnost.

Literatura

- Dofing S.M. (1999) Optimum development patterns for northern-adapted barley Cereal Research Communications. 27(3):289-292.
- Erdal K., Gjersten P. (1967) . EBC Proc. Congr. 1967, s. 295.
- 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.
- Kramer-Georg J.E.; Mundstock E.C.; Cavalli-Molina L. (2001) Developmental expression of amylase during barley malting. Journal of Cereal Science, 33, 279-288.
- Narziss L. (1976) Technologie der Malzbereitung, 6th ed., f.-Enke-Verlag, Stuttgart.
- Shakhatreh, Y., Kaffavin O., Ceccarelli S., Saoub H. 2001. Selection of barley lines for drought tolerance in low-rainfall areas. Journal of Agronomy. no 186 2 119-127 pp
- SAS, 1998: SAS Online doc V7. SAS institute Inc., Cary, NC.
- Vincetić, D., Krmpotić, A., Strinavić, J., 2007 : Proizvodnja pivarskog ječma u Republici Hrvatskoj, Zbornik sažetaka-42. Hrvatski I 2 Međunarodni simpozij agronoma. Opatija, 13. do 16. veljače 2007, 81-82.

The quality parameters of barley malt and grain considering genotype and environment synergy

Abstract

In field trials which included four varieties of spring barley (Astor, Fran, Matej and Scarlett) during five year interval (2004.-2008.) on locality in Osijek and Nova Gradiška, research was conducted to gather data of grain yield, hectolitre mass, protein and starch content, extract content (EF), difference of extract between fine and rough milling (DEF), malt viscosity (VIS), friability (FRI), Kolbach index (KI), diastatic power (DWP), α -amylase (LA) and α -glucanase (BGLU). The year of plant growth and variety had a significant effect on crop yield, hectolitre mass of grain, protein and starch content, EF, FRI, DWP, LA and BGLU. Significant ($P \leq 0,05$) differences between localities were estimated by given data for hectolitre mass, protein and starch content, EF i FRI.

Key words: spring barley, variety, grain yield, malt and grain quality, GEI