

"Zbornik radova", Sveska 41, 2005.

UDK 633.16:632.11

***PIVSKI JEČAM U USLOVIMA VISOKIH TEMPERATURA
VAZDUHA I DEFICITA VODE***

***Pržulj, N.¹, Grujić, Olgica², Momčilović, Vojislava¹,
Đurić, Veselinka¹, Pejin, Jelena²***

IZVOD

Deficit vode i visoke temperature, posebno u periodu nalivanja zrna ozimog i jarog pivskog ječma, često se javljaju u regionu jugoistočne Evrope. Cilj ovoga rada bio je ispitivanje osobina zrna i slada 32 genotipa ozimog i 32 genotipa jarog dvoredog ječma u uslovima umerene i jake suše tokom perioda nalivanja zrna. U uslovima umerene suše jari ječam je imao niži prinos od ozimog za 28%, ali bolje mehaničke osobine zrna, 2% niži sadržaj proteina u zrnu i 3,22% veći sadržaj finog ekstrakta. U uslovima jake suše ozimi ječam je imao skoro 2,5 puta veći prinos od jarog, bolje mehaničke osobine zrna, niži sadržaj proteina u zrnu i veći sadržaj finog ekstrakta. U agroekološkim uslovima sa mogućim stresovima usled suše i visokih temperatura treba gajiti obe forme, ozimi i jari pivski ječam.

KLJUČNE REČI: pivski ječam, prinos, kvalitet, suša, temperatura

Uvod

Kvalitet slada zavisi od kvaliteta ječma i procesa sladovanja. Kvalitet ječma zavisi od efikasnosti oplemenjivanja, odnosno genotipa i uslova proizvodnje (Pitz, 1990). Ječam proizveden u regionima sa temperaturama i padavinama koje odgovaraju biološkim zahtevima i dinamiци razvoja ove biljne vrste predstavlja dobru sirovinu za proizvodnju slada. Vremenski uslovi u jugoistočnoj Evropi su varijabilni, kako u odnosu na količinu i distribuciju padavina tako i temperature vazduha. Generalno se može prihvatiti tvrdnja da su ekološki uslovi jugoistočne Evrope manje povoljni za proizvodnju pivskog ječma nego uslovi koji vladaju u "ječmeno-sladnom" pojasu zapadne i centralne Evrope (Narziss, 1976; Starčević i sar., 1992; Pržulj et al., 1998). Međutim, izborom adaptabilne sorte, primenom

-
- 1 Prof. dr Novo Pržulj, naučni savetnik, Vojislava Momčilović, dipl. biolog, dr Veselinka Đurić, naučni saradnik, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad
 - 2 Dr Olgica Grujić, redovni profesor, mr Jelena Pejin, asistent, Tehnološki fakultet, Novi Sad

specifične tehnologije proizvodnje kao i odgovarajućeg procesa sladovanja i u agroekološkim uslovima jugoistočne Evrope moguće je proizvesti relativno dobar slad (Starčević i sar., 1992; Pržulj et al., 1997).

Cilj ovog istraživanja je određivanje efekta genotipa, godine i interakcije genotip x godina na neke osobine zrna i slada ozimog i jarog pivskog ječma gajenog u agroekološkim uslovima Vojvodine.

Materijal i metod rada

Trideset dva genotipa ozimog i trideset dva genotipa jarog dvoredog ječma testirani su tokom dve vegetacione sezone; 2001/02. i 2002/03. na lokalitetu Rimski Šančevi. Za testiranje su odabrane najvažnije novosadske sorte pivskog ječma i visokoprinosne linije dvoredog ječma iz novosadskog programa oplemenjivanja. Ogled je postavljen po randomiziranom blok sistemu u četiri ponavljanja. Veličina osnovne parcelice je bila 5 m² (5 m x 1 m) sa razmakom između redova od 10 cm, a setvena norma 450 klijavih zrna po m² kod ozimog i 500 klijavih zrna kod jarog ječma. Setva ozimog ječma je obavljena 3. oktobra 2001. i 16. oktobra 2002, a jarog 13. februara 2002. i 13. marta 2003. godine. Predusev u obe godiše, za obe forme ječma, bila je soja. U proizvodnji i gajenju je primenjena uobičajena tehnologija proizvodnje ječma (Pržulj i Momčilović, 1998).

Vrednosti ispitivanih osobina zrna predstavljaju prosek četiri ponavljanja. Analiza slada je urađena četiri meseca nakon žetve na jednom prosečnom uzorku iz četiri ponavljanja, po EBC metodici. Testiranje razlika između ozimog i jarog ječma urađeno je analizom varijanse dvofaktorijalnog ogleda, primenom MSTAT-C programa.

Rezultati i diskusija

Vremenski uslovi u 2002. i 2003. godini. Vremenski uslovi za setvu, nicanje i razvoj strnih žita u jesen 2001. bili su povoljni (Tab. 1). Temperature vazduha u januaru i februaru bile su više u odnosu na višegodišnji prosek, te je setva jarog ječma obavljena u optimalnom roku i u povoljnim uslovima. Proleće je bilo izuzetno toplo i sušno. Obilnije kiše (57 l/m²) bile su u periodu 28-30. maj, dok su u junu vladale izrazito visoke temperature. Temperature u oktobru i novembru 2002. godine bile su više, a u periodu decembar-april niže od višegodišnjeg proseka. Maj i juni bili su najtopliji meseci od 1949. do 2003. godine. Rezerve zimske vlage (oktobar 2002/mart 2003) bile su za 40 l/m² manje od višegodišnjeg proseka. Raspored padavina u ovom periodu bio je nepovoljan, sa svega 5 l/m² u martu. April, maj i juni bili su izrazito sušni meseci. Vegetaciona sezona 2001/02. se može smatrati umereno sušnom a 2002/03. sušnom.

U radovima u kojima je ispitivan uticaj visokih temperatura vazduha tokom naličavanja zrna temperature su podeljene u dve grupe: (1) umereno visoke, gde su srednje dnevne temperature između 25-30°C, sa maksimalnim do 32°C i (2) veoma visoke, sa maksimalnim temperaturama preko 35°C tokom nekoliko dana, što se definiše kao toplotni stres.

Tab. 1. Padavine (l/m²) i srednje dnevne temperature vazduba (°C) tokom vegetacije ozimog i jarog ječma u 2001/02. i 2002/03. godini

Tab. 1. Precipitation (l/m²) and average temperatures (°C) during growing period of winter and spring barley in 2001/02 and 2002/03

Meseci/Months	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI
	Padavine / Precipitation								
Vegetaciona sezona 2001/02. Growing season 2001/02	0	70	26	8	25	11	26	87	27
Vegetaciona sezona 2002/03. Growing season 2002/03	90	24	33	48	23	9	7	23	31
Višegodišnji prosek Long term average	57	53	43	36	29	38	63	59	66
	Prosečne temperatura / Average temperatures								
Vegetaciona sezona 2001/02. Growing season 2001/02	14,9	3,7	-3,2	0,3	7,3	9,0	11,7	19,1	21,8
Vegetaciona sezona 2002/03. Growing season 2002/03	11,6	10,1	0,5	-1,9	-5,3	4,7	9,5	19,1	22,5
Višegodišnji prosek Long term average	11,3	5,4	1,6	0,1	1,9	6,2	11,3	16,8	19,8

Ječam je dobra sirovina za proizvodnju slada samo ako poseduje određene osobine karakteristične za pivski ječam, koje se ocenjuju utvrđivanjem spoljašnjih pokazatelja zrna, mehaničkom analizom zrna i hemijsko-tehnološkim ispitivanjima. U spoljašnje pokazatelje spadaju izgled, boja i miris zrna, strane primese, ispunjenost zrna, osobine pleвица i ujednačenost zrna. Mehanička analiza obuhvata hektolitarsku masu, masu hiljadu zrna, homogenost, osobine endosperma, klijavost, energiju klijanja, hidrosenzibilnost i sposobnost bubrenja. U hemijsko-tehnološka ispitivanja spadaju sadržaj vlage, proteina, finog ekstrakta, kao i sastojci finog ekstrakta.

Hektolitarska masa zavisi od broja prisutnih zrna u određenoj zapremini i apsolutne mase zrna. Broj zrna koji se može smestiti u određenu zapreminu zavisi od oblika zrna, načina punjenja i oblika posude. Usled veće mase puna trbušasta zrna se slažu kompaktnije od duguljastih. Međutim, međuprostori kod trbušastih zrna su nešto veći nego kod pljosnatih. Kod oštrije vršidbe, kada se odvaja osje u potpunosti, povećava se hektolitarska masa. Hektolitarska masa je u negativnoj korelaciji sa sadržajem vlage u zrnu. Od hemijskih komponenti ječma skrob ima najveću specifičnu masu, te ječam veće hektolitarske mase ima i veći sadržaj skroba, odnosno ekstrakta. U godinama ispitivanja utvrđena je značajna razlika u hektolitarskoj masi ispitivanih sorti (Tab. 2). Ozimi ječam je imao veću prosečnu dvogodišnju vrednost hektolitarske masa, kao i veću vrednost u izrazito sušnoj 2003. godini. U godini sa povoljnijim vremenskim uslovima veću hektolitarsku masu je imao jari ječam.

Masa hiljadu zrna je pouzdaniji parametar u oceni kvaliteta pivskog ječma i nalazi se u pozitivnoj korelaciji sa sortiranjem i sadržajem ekstrakta u zrnu. U proseku za obe godine ispitivanja nije bilo razlike u masi hiljadu zrna između

ozimog i jarog ječma (Tab. 2). Ozimi ječam je imao nešto veću masu hiljadu zrna u godini sa deficitom vode tokom perioda nalivanja zrna, dok je u godini sa većom količinom vode veća masa hiljadu zrna bila kod jarog ječma. U godinama ispitivanja utvrđena je pozitivna korelacija između mase hiljadu zrna i sadržaja zrna prve klase. U odnosu na jari ječam, ozimi ječam je u proseku imao oko 4% više zrna prve klase. Prinos ozimog ječma bio je veći od jarog u obe godine. Optimalna temperatura vazduha za maksimalnu masu zrna i prinos strnih žita je 15-18°C (Chowdhury and Wardlaw, 1978). U većini proizvodnih područja ječma temperature u periodu nalivanja zrna su znatno više od optimalnih i obično su praćene deficitom vode (Pržulj et al., 1997). U području Srbije prosečne temperature u periodu nalivanja zrna ozimog ječma se nalaze u utvrđenom optimumu, dok su u periodu nalivanja zrna jarog ječma veće za 2-4°C.

Potencijalni kvalitet slada zavisi od biohemijskih osobina zrelog zrna, koje su određene interakcijom sorte i sredine (Eagles et al., 1995; Savin et al., 1997). Razlike u kvalitetu slada neke sorte zavise od interakcije genotipa sorte sa lokalitetom i godinom gajenja. Sorte ječma dobre adaptabilnosti imaju stabilan kvalitet slada, a mogu dati slad zadovoljavajućeg kvaliteta i kada se gaje u manje povoljnim uslovima (Eagles et al., 1995; Pržulj i Momčilović, 1998).

Sadržaj proteina u zrnju je u negativnoj korelaciji sa sadržajem ekstrakta (Narziss, 1976). Dobar pivski ječam treba da ima između 9 i 11,5% proteina u odnosu na suhu masu zrna. Ako je sadržaj proteina veći dobije se slad sa manjim sadržajem ekstrakta, otežava se njegova prerada, a neophodna razgrađenost endosperma se može dobiti samo uz veće gubitke suve materije tokom sladovanja. Povećana količina rastvorljivog azota u sladovini dobijenoj iz ovakvog slada najčešće uzrokuje tamniju boju piva, ali i dobre osobine pene piva. Za svetla piva donjeg vrenja prihvatljiv je ječam sa 11-11,5 % proteina, za piva plzenskog tipa ječam sa manje od 11% proteina, a za tamna piva ječam sa 11,5-12,0 % proteina.

U 2002. godini, u kojoj je vodni i temperaturni režim bio povoljniji, ozimi ječam je imao oko 2% više proteina od jarog (Tab. 2). U izrazito sušnoj 2003. godini ozimi ječam je imao manji sadržaj proteina u odnosu na jari. U povoljnijim uslovima ozimi ječam usvaja vodu i hranljive materije, među kojima i azot, i tokom perioda nalivanja zrna, što dovodi po povećanja sadržaja proteina i pogoršanja kvaliteta zrna (Malešević i Starčević, 1992). U uslovima stresa zbog visokih temperatura i nedostatka vode tokom perioda nalivanja zrna dolazi do ranijeg gubitka hlorofila, slabije asimilacije i manjeg usvajanja azota, te u godinama sa nepovoljnijim uslovima tokom generativnog perioda razvoja ozimi ječam ima manji sadržaj proteina. Kao posledica toga zrno je nešto sitnije i ima niži prinos (Tab. 2). U odnosu na povoljnije uslove, slad ozimog ječma u sušnoj godini ima nešto slabiju citolitičku a bolju proteolitičku razgrađenost. Deficit vode u proleće i tokom nalivanja zrna ima posebno negativan efekat na mehaničke i hemijske osobine zrna i kvalitet slada jarog ječma. U takvim uslovima jari ječam je imao manju masu zrna, sitnije zrno, manju hektolitarsku masu i za 50% niži prinos u odnosu na povoljnije uslove (Tab 2). Sadržaj proteina u zrnju u uslovima stresa tokom perioda nalivanja zrna je za oko 2 % veći nego u normalnoj godini.

Tab. 2. Prosečne osobine zrna i slada 32 sorte ozimog i 32 sorte jarog pivskog ječma (Rimski Šančevi, žetva 2002. i 2003. godine)

Tab. 2. Average characteristics of grain and malt of 32 winter and 32 spring malting barley varieties (Rimski Šančevi, 2002 and 2003)

Osobine zrna i slada Characteristics of grain and malt			2002	2003	Prosek Average	LSD		
			A			0.050	0.010	
I klasa ukupno (%) I class total (%)	B	Ozimi/Winter	91,75	91,09	91,42	A	1,91	2,57
		Jari/Spring	94,96	79,78	87,37	B	2,10	2,79
		Prosek/Average	93,36	85,44	89,40	AB	2,97	3,95
Hektolitarska masa (kg/l) Hectolitar mass (kg/l)	B	Ozimi/Winter	73,75	74,41	74,08	A	0,65	0,88
		Jari/Spring	76,20	70,64	73,42	B	0,46	0,61
		Prosek/Average	74,98	72,52	73,75	AB	0,65	0,86
Masa 1000 zrna (g, SM) 1000 grain weight (g, DM)	B	Ozimi/Winter	47,59	46,33	46,96	A	0,89	1,20
		Jari/Spring	48,20	44,79	46,49	B	0,94	1,24
		Prosek/Average	47,89	45,56	46,73	AB	1,32	1,76
Prinos (kg/ha) Yield (kg/ha)	B	Ozimi/Winter	9508	8861	9184	A	159	214
		Jari/Spring	6855	3690	5273	B	185	245
		Prosek/Average	8182	6275	7229	AB	261	347
Proteini (% SM) Protein (% DM)	B	Ozimi/Winter	12,70	12,02	12,36	A	0,24	0,32
		Jari/Spring	10,79	12,70	11,75	B	0,21	0,27
		Prosek/Average	11,75	12,36	12,05	AB	0,29	0,39
Ekstrakt fini (% SM) Fine extract (% DM)	B	Ozimi/Winter	77,60	77,92	77,76	A	0,47	0,64
		Jari/Spring	80,82	77,46	79,14	B	0,37	0,49
		Prosek/Average	79,21	77,69	78,45	AB	0,52	0,69
Rastvorljivi N (mg/100ml) Soluble N (mg/100ml)	B	Ozimi/Winter	64,62	64,87	64,74	A	2,78	3,74
		Jari/Spring	68,15	78,81	73,48	B	4,11	5,47
		Prosek/Average	66,38	71,84	69,11	AB	5,82	7,73
Viskozitet (mPas, 8.6%e) Viscosity (mPas, 8.6%e)	B	Ozimi/Winter	1,669	1,700	1,685	A	0,03	0,04
		Jari/Spring	1,434	1,648	1,541	B	0,03	0,04
		Prosek/Average	1,551	1,674	1,613	AB	0,04	0,06
Razlika ekstrakta (% SM) Extract difference (% DM)	B	Ozimi/ Winter	2,502	3,403	2,952	A	0,33	0,44
		Jari/ Spring	1,479	3,144	2,312	B	0,33	0,44
		Prosek/Average	1,990	3,274	2,632	AB	0,46	0,62
Kolbach-ov broj (%) Kolbach index (%)	B	Ozimi/Winter	28,13	30,00	29,06	A	1,36	1,83
		Jari/Spring	35,23	34,52	34,88	B	1,94	2,58
		Prosek/Average	31,68	32,26	31,97	AB	2,75	3,65
Hartong 45C (%) Hartong 45C (%)	B	Ozimi/Winter	32,84	34,28	33,56	A	1,93	2,60
		Jari/Spring	35,93	40,68	38,30	B	1,69	2,25
		Prosek/Average	34,39	37,48	35,93	AB	2,40	3,19

Sadržaj finog ekstrakta kod jarog ječma u nepovoljnoj 2003. godini bio je za 3,32 % manji nego u 2002. godini, dok su viskozitet i proteolitička razgrađenost bili povećani, a ukupna razgrađenost slada smanjena. Sumarno, u uslovima stresa usled visokih temperatura i deficita vode jari ječam ima neprihvatljive mehaničke i hemijske osobine zrna, loš kvalitet slada i nizak prinos.

Toplotni stres i stres usled deficita vode tokom perioda nalivanja zrna, kada se broj zrna već formirao, uglavnom nema uticaja na broj zrna po biljci, ali dovodi do smanjenja prinosa preko smanjenja krupnoće i mase zrna (Wardlaw and Monocur, 1995; Savin et al., 1997; Savin and Nicolas, 1999). Međutim, ako se stres desi u prvoj nedelji nakon cvetanja može doći do deformacije i smanjenja broja zrna (Langer and Olughemi, 1970). Glavni efekat temperaturnog stresa i deficita vode je smanjenje dužine perioda nalivanja zrna, dok je manji uticaj na intenzitet nalivanja zrna (Pržulj, 2001). Umereno visoke temperature 20 dana posle cvetanja skraćuju period nalivanja zrna za oko 5 dana i smanjuju prinos do 8%. Visoke temperature dovode do bržeg gubitka vode, ubrzavaju sazrevanje zrna i uzrokuju raniju fiziološku zrelost. Uticaj temperaturnog šoka i deficita vode na prinos i kvalitet zavisi od momenta nastanka stresa. Temperaturni šok najjače redukuje prinos pšenice i ječma ako se desi na početku perioda nalivanja zrna, tj. 10-14 dana nakon cvetanja (Stone and Nicolas, 1995, Savin and Nicolas, 1999). Toplotni stres u trajanju od pet dana sredinom nalivanja zrna smanjuje prinos ječma za oko 35%.

Negativan uticaj visokih temperatura ne ogleda se samo u smanjenju mase zrna i prinosa nego i u smanjenju sadržaja ugljenih hidrata i njihovog kvaliteta. Dinamika akumulacije skroba je u korelaciji sa dinamikom nakupljanja suve materije, pošto skrob predstavlja najveći procenat mase zrna. Mada je utvrđen uglavnom linearni odnos u smanjenju ukupne mase zrna i sadržaja skroba usled visoke temperature i suše, ipak dolazi do većeg relativnog smanjenja sadržaja skroba. Smanjenje sadržaja skroba je intenzivnije pod uticajem toplotnog stresa nego stresa usled deficita vode. Pod uticajem stresa, pogotovu u prvoj polovini nalivanja zrna, povećava se udeo amiloze u zrnu na račun amilopektina, te je veći odnos amiloza:amilopektin (Savin and Nicolas, 1999). Sa praktične tačke to znači da treba prilagoditi shemu sladovanja i izabrati odgovarajuću temperaturu tokom proizvodnje piva.

Posle temperaturnog stresa od pet dana dolazi do prekida porasta zrna i akumulacije skroba. Osnovni efekat visokih temperatura tokom nalivanja zrna je smanjenje kapaciteta pretvaranja prostih šećera u skrob (Wallwork et al., 1998). Smanjenje aktivnosti enzima je ireverzibilan proces, odnosno umerene temperature i dostupna voda nakon stresa ne omogućavaju ponovno nakupljanje skroba (Wallwork et al., 1998).

Dobro ispunjeno zrno sa niskim sadržajem proteina je važna osobina pivskog ječma, koja zavisi od akumulacije i remobilizacije suve materije i azota iz listova i stabljike u zrno (Fathi et al., 1997; Pržulj and Momčilović, 2001). U uslovima stresa do povećanja koncentracije azota u zrnu dolazi iz dva razloga; usled usvajanja azota iz zemljišta tokom perioda nalivanja zrna i smanjenja sinteze neazotnih komponenti. U principu pod uticajem toplotnog stresa i stresa usled deficita vode dolazi i do smanjenja količine azota u zrnu, paralelno sa smanjenjem

skroba, ali u manjoj meri jer je akumulacija azota manje osetljiva na visoke temperature nego akumulacija skroba (Savin and Nicolas, 1999; Wallwork et al., 1998). To praktično znači da u uslovima deficita vode tokom nalivanja zrna dolazi do akumulacije azota u zrnu i pri smanjenoj akumulaciji skroba, zbog čega se povećava relativni udeo azota i proteina u zrnu. Poželjno je da sorte pivskog ječma imaju sposobnost održavanja nižeg sadržaja proteina u različitim proizvodnim uslovima. To znači da sorta ima mogućnost održavanja porasta zrna u uslovima stresa i mogućnost remobilizacije manje količine azota u zrno iz vegetativnih delova. Iako je prihvaćeno da postoji negativna korelacija između prinosa i sadržaja proteina u zrnu, akumulacija skroba i proteina su nezavisni procesi, te je moguće raditi istovremeno selekciju na prihvatljiv sadržaj proteina i visok prinos (Wallwork et al., 1998). Ako je sadržaj azota u zrnu veliki, odnosno nije došlo do smanjenja sadržaja azota proporcionalno smanjenju skroba, može se zaključiti da je biljka imala dovoljno azota na raspolaganju u periodu posle cvetanja.

Umereno visoke temperature nemaju negativan uticaj na kvalitet zrna i slada pivskog ječma (Savin et al., 1997) dok značajnije povećanje temperatura dovodi do smanjenja ekstrakta (Glennie-Holmes and Jacobsen, 1994). Takode umereno visoke temperature ne utiču ni na proces nakupljanja β -glukana (Wallwork et al., 1998). Temperaturni šok u trajanju od pet dana nakon dve nedelje posle cvetanja ima veći negativan efekat na kvalitet zrna i slada nego umereno visoke temperature u istom periodu koje duže traju. Iako biljke usvoje više toplotnih jedinica kod dužeg trajanja umereno visokih temperatura manji je njihov negativan efekat nego kod temperaturnog šoka. Temperaturni šok smanjuje sadržaj β -glukana u zrnu za 27% a u sladu za 56% (Savin et al., 1997). Degradacija β -glukana je značajno veća kod zrna koje potiče od biljaka koje su bile izložene toplotnom stresu. Osnovni negativni efekat temperaturnog šoka je smanjenje prinosa, kvaliteta zrna i kvaliteta slada (Wallwork et al., 1998).

Profitabilnost proizvodnje pivskog ječma najviše zavisi od prinosa zrna. Povećanje prinosa je relativno najlakše ostvariti primenom azota. Međutim, primena azota je povezana sa mogućnošću smanjenja kvaliteta zrna pivskog ječma. U uslovima dovoljne količine vode azot u fazi bokorenja dovodi do povećanja produktivnog bokorenja i povećanja proizvodnje suve materije. U uslovima deficita vode primenjeni azot se ne iskorištava dovoljno, negativno utiče na kvalitet zrna i dovodi do povećanja osetljivosti biljke na deficit vode. Naime, biljke sa većom količinom azota u tkivu su manje tolerantne na deficit vode od biljaka sa manjom količinom (van Keulen and Stol, 1991). To znači da prekomerna upotreba azota u uslovima suše još više smanjuje prinos i kvalitet ječma. Izbor sorte visoke adaptabilnosti, zadovoljavajućeg prinosa i kvaliteta, koja je tolerantna na deficit vode i visoke temperature, kao i primena odgovarajuće tehnologije proizvodnje predstavljaju osnovni način proizvodnje ječma dobrog kvaliteta.

ZAKLJUČAK

Visoke temperature vazduha i deficit vode tokom perioda nalivanja zrna imaju posebno negativan uticaj na prinos i kvalitet zrna i slada jarog pivskog

ječma. U agroekološkim uslovima sa mogućim stresovima usled suše i visokih temperatura treba gajiti obe forme, ozimi i jari pivski ječam. Proizvodnja jarog pivskog ječma treba da bude zasnovana na sortama dobre adaptabilnosti i primeni specifične agrotehnike. U cilju obezbeđenja adekvatne sirovine za industriju slada cena pivskog ječma mora biti formirana na osnovu kvaliteta zrna.

LITERATURA

- Chowdhury, S.I. Wardlaw, I.F. (1978): The effect of temperature on kernel development in cereals. *Australian Journal of Agricultural Research* 29: 205-223.
- Eagles, H., A., Bedggood, A.G., Panozzo, J.F., Martin, P.J. (1995): Cultivar and environment effect on malting quality in barley. *Australian Journal of Agricultural Research* 46: 831-834.
- Fathi, G., McDonald, G.K., Lance, R.C.M. (1997): Effects of post-anthesis water stress on the yield and grain protein concentration of barley grown at two levels of nitrogen. *Australian Journal of Agricultural Research* 48: 67-80.
- Glennie-Holmes, M., Jacobsen, J.V. (1994): Effect of temperature during grain filling on malting quality of barley. 2. Different diurnal temperatures ranges in the phytotron. In: *Proceedings of the Workshop on Heat Tolerance in Temperate Cereals*, Hawaii.
- Van Keulen, H., Stol, W. (1991): Quantitative aspects of nitrogen nutrition in crops. *Fertilizer Research* 27: 151-160.
- Langer, R.H.M., Olugbemi, L.B. (1970): A study of New Zealand wheats. IV. Effects of extreme temperature at different stages of development. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 13: 878-886.
- Malešević, M., Starčević, Lj. (1992): Proizvodnja pivskog ječma. U: Lazić, V. (ur) *Pivski ječam i slad, monografija*, DP "20. oktobar" sladara, Bačka Palanka, str. 14-51.
- Narziss, L. (1976). *Die Technologie der Malzbereitung*. 6. Aufl. Stuttgart, Enke.
- Pitz, W.J. 1990. An Analysis of Malting research. *Journal of ASBC* 48: 33-44.
- Pržulj, N., V. Momčilović. 1995. Oplemenjivanje pivskog ječma. *Pivarstvo* 28: 161-163.
- Pržulj, N., V. Momčilović, N. Mladenov, M. Marković. 1997. Effects of temperature and precipitation on spring malting barley yields. In: S. Jevtić and S. Pekić (Eds) *Proceedings of Drought and Plant Production*, pp 195-204, Lepenski Vir, Yugoslavia, Septembar 17-20, 1996.
- Pržulj, N., V. Momčilović. 1998. Novosadske sorte pivskog ječma za proizvodne uslove Jugoslavije. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad* 30: 453-462.
- Pržulj, N., S. Dragović, M. Malešević, V. Momčilović and N. Mladenov. 1998. Comparative performance of winter and spring barleys in semiarid growing conditions. *Euphytica* 101: 377-382.
- Pržulj, N. 2001. Cultivar and year effect on grain filling of winter barley. *Plant Breeding and Seed Science* 45:2: 45-58.
- Pržulj, N., Momčilović, Vojislava (2001): Genetic variation for dry matter and nitrogen accumulation and translocation in two-rowed spring barley. II. Nitrogen translocation. *European Journal of Agronomy* 15: 255-265.
- Stone, P.J., Nicolas, M.E. (1995): Effect of timing of heat stress during grain filling in two wheat varieties differing in heat tolerance. Grain growth. *Australian Journal of Plant Physiology* 22: 927-934.

- Savin, R., Stone, P.J., Nicolas, M.E., Wardlaw, I.F. (1997): Grain growth and malting quality of barley. 2. Effects of temperature regime before heat stress. *Australian Journal of Agricultural Research* 48: 625-634.
- Savin, R., Nicolas, M.E. (1999): Effect of timing of heat stress and drought on growth and quality of barley grains. *Australian Journal of Agricultural Research* 50: 357-364.
- Starčević, Lj., Malešević, M., Crnobarac, J. (1992): Uticaj temperature i padavina na formiranje prinosa i kvaliteta pivskog ječma. U: Lazić, V. (ur) *Pivski ječam i slad*, monografija, DP "20. oktobar" sladara, Bačka Palanka, str. 52-64.
- Wallwork, M.A.B., Logue S.J., MacLeod, L.C., Jenner, C.F. 1998. Effect of a period of high temperature during grain filling on the grain growth characteristics and malting quality of three Australian malting barleys. *Australian Journal of Plant Physiology* 1998: 1287-1296.
- Wardlaw, I.F., Monocur, I. (1995): The response of wheat to high temperature following anthesis. I. The rate of duration of kernel of kernel filling. *Australian Journal of Plant Physiology* 22: 391-397.

MALTING BARLEY IN CONDITIONS OF HIGH AIR TEMPERATURES AND DROUGHT

Pržulj, N.¹, Grujić, Olgica², Momčilović, Vojislava¹, Đurić, Veselinka¹, Pejin, Jelena²

¹Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad

²Faculty of Technology, Novi Sad

SUMMARY

Water deficits and high air temperatures occur frequently in southeastern Europe, especially at the grain filling period of winter and spring malting barley. The objective of this paper was to study the grain and malt properties of 32 two-rowed winter and 32 two-rowed spring barley genotypes under moderate and severe drought conditions during grain filling. In moderate drought conditions, spring barley produced 28% lower yields than winter barley and had better mechanical grain characteristics, 2% less grain protein and 3.22% more fine extract. In severe drought conditions, winter barley had yields that were almost two and a half times higher than those of spring barley as well as better mechanical grain characteristics, a lower grain protein content and a higher fine extract content. In agroecological conditions in which stresses caused by drought and high temperatures are possible, both forms of malting barley, winter and spring, should be grown.

KEY WORDS: malting barley, yield, quality, drought, temperatures