

"Zbornik radova", Sveska 42, 2006.

Stručni rad - Technical paper

***KVALITET SLADA OZIMOG I JAROG PIVSKOG JEČMA
ŽETVE 2005. GODINE***

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

IZVOD

U radu su komparativno analizirane neke tehnološke osobine ozimog i jarog pivskog ječma u agroekološkim uslovima Vojvodine. U nepovoljnim godinama ozimi ječam je imao kvalitetniji slad, dok je u prosečnim i povoljnim godinama kvalitetniji slad bio kod jarog ječma. U proizvodnoj 2004/05. godini ozimi i jari pivski ječam imali su visoke prinose zrna i povoljne fizičke osobine zrna, dok je kvalitet slada kod ozimog ječma bio znatno lošiji od jarog. Prosečan sadržaj proteina kod ozimog ječma bio je 13,9% SM, a kod jarog ječma 12,6% SM. U proseku, slad ozimog ječma imao je 75,2%, a jarog ječma 77,9% SM finog ekstrakta. Nova sorta jarog pivskog ječma Novosadski 448 imala je 79,9% SM finog ekstrakta, a sorta Novosadski 456 i standard Viktor 78,8% SM. Razgrađenost slada ozimog ječma bila je loša, a jarog ječma dobra.

KLJUČNE REČI: pivski ječam, prinos, slad, kvalitet

Uvod

Pivski ječam treba da poseduje niz tačno definisanih agronomskih i tehnoloških osobina da bi predstavljao kvalitetnu sirovinu za industriju slada. Sorte ječma treba da budu genetički što otpornije na patogene, štetočine i parazite. Primena hemijskih zaštitnih sredstava nepoželjna je jer hemijska sredstva utiču, posebno pri nestručnoj primeni, na pogoršanje kvaliteta piva. Kljavost ječma je važna, jer samo isključila zrna predstavljaju slad. Dormantnost je poželjna agronomska osobina zrna, ali nepovoljna tehnološka osobina, pošto odlaže i otežava klijanje zrna u klijalištima (Pržulj et al., 1998a).

-
- 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

Ekstrakt slada predstavlja rastvorljive sastojke slada i sastojke koji postaju rastvorljivi prilikom komljenja, zbog čega je količina ekstrakta jedan od najvažnijih ekonomskih pokazatelja slada. Sadržaj ekstrakta u sladu nalazi se u pozitivnoj korelaciji sa sadržajem skroba u zrnju. Sadržaj skroba u zrnju pivskog ječma nalazi se u negativnoj korelaciji sa sadržajem ostalih komponenti zrna (sastojci sa azotom, hemiceluloze, gume, polifenoli, masti, fosfati, jedinjenja sa sumporom, mineralni sastojci itd.). Belančevine zrna ječma obezbeđuju enzime neophodne za modifikaciju komponenti zrna, izvor hrane za kvasce i osnovu za formiranje pene piva. Pivski ječam treba da ima nizak sadržaj belančevina, i to posebno rastvorljivih. Visok sadržaj rastvorljivih belančevina daje pivu zasićen ukus, povećava sadržaj komponenti u pivu i otežava kontrolisanje boje i ukusa.

Razgrađenost slada obuhvata (1) citolitičku razgrađenost (razgrađenost ćelijskih opni u endospermu, što obezbeđuje dobro usitnjavanje slada i efikasniji kontakt između skrobnih zrna i enzima tokom komljenja), (2) proteolitičku razgrađenost (razgrađenost belančevina) i (3) razgrađenost skroba. Razgrađenost u sladnom zrnju, odnosno u sladovini nakon ukomljavanja, treba da bude takva da ne postoje teškoće tokom formiranja sladovine, razdvajanja i fermentacije.

Ocena kvaliteta slada

Ekstrakt slada predstavlja deo suve materije sladnog zrna koji pod zadatim uslovima ukomljavanja, a pod uticajem enzimatskog kompleksa samog slada, prelazi u rastvor. Drugim rečima, ekstrakt nastaje enzimatskom hidrolizom slada.

U zrnju slada ima oko 10-15% suve materije koja se rastvara u vodi. Sastojci slada rastvorljivi u vodi su šećeri, deo belančevina i proizvoda njihove razgradnje, te male količine, pentoza, heksoza, pektina, taninskih i gorkih kiselina. Najznačajniji deo zrna slada, koga čini skrob, nije rastvorljiv u vodi. Pored skroba u sladu se nalazi i deo belančevina koje su nerastvorljive u vodi. Da bi prešli u rastvor, glavni sastojci zrna, skrob i belančevine, moraju se razgraditi putem enzimske hidrolize.

Po hemijskom sastavu skrob se sastoji od amiloze i amilopektina. Do enzimske hidrolize skroba dolazi usled delovanja amilolitičkih enzima. Istovremenim delovanjem α - i β -amilaze, u prisustvu vode, skrob se razlaže na maltozu i dekstrin. Kod tog razlaganja skroba nastaje obično 80% maltoze i 20% dekstrina. Postotak nije stalan već se menja pod uticajem temperature. Pošto ovakva razgradnja skroba dovodi do stvaranja šećera, proces se zove ošećerenje.

Citolitička razgrađenost slada označava razgrađenost ćelijskih zidova uz delovanje citolitičkih enzima. Citolitička razgrađenost se određuje na osnovu viskoziteta kongresne sladovine i na osnovu razlike ekstrakta fino i grubo mlevenog slada. Viskozitet kongresne sladovine nalazi se u granicama od 1,40 do 1,90 mPas. Ove dve metode ne određuju samo citolitičku, nego delimično i proteolitičku razgrađenost slada. Za određivanje citolitičke razgrađenosti slada na osnovu viskoziteta kongresne sladovine primenjuje se sledeća skala:

Viskozitet (mPas, 8,6%)	Razgrađenost
do 1,53	vrlo dobra
1,53-1,61	dobra
1,62-1,67	osrednja
preko 1,67	slaba

Viskozitet kongresne sladovine je utoliko manji, ukoliko u njoj ima manje β -glukana, odnosno ukoliko je aktivnost β -glukanaze tokom sladovanja i ukomljavanja bila veća.

U toku procesa ukomljavanja složenije molekule belančevina raspadaju se pod uticajem enzima proteaza. Proteolitička razgrađenost slada određuje se na osnovu određivanja ukupnog azota u sladu i sladovini. Ako se kod određivanja proteolitičke razgrađenosti slada koristi kongresna sladovina i ako se rastvorljivi azot izrazi u procentima od ukupnog azota u sladu dobije se Kolbachov broj razgrađenosti belančevina. Za ocenu razgrađenosti belančevina na osnovu brojne vrednosti Kolbachovog broja primenjuje se sledeća skala:

Kolbachov broj (%)	Razgrađenost belančevina
preko 41	vrlo dobra
38-41	dobra
35-38	zadovoljavajuća
ispod 45	slaba

Za ocenu proteolitičke razgrađenosti slada nije značajna samo količina azotnih supstanci koje su prešle tokom sladovanja u rastvorljivi oblik već i struktura ovih rastvorljivih azotnih supstanci. Supstance sa azotom u kongresnoj sladovini dele se u tri grupe: makromolekularne frakcije, frakcije jedinjenja srednjih molekulskih masa i frakcije sa malim molekulskim masama. Kod dobrog slada odnos ovih frakcija treba približno da bude 2,5 : 1,5 : 6. Belančevine velikih molekula često su uzrok pojave zamućenja, zbog čega se teži njihovoj razgradnji. Belančevine srednje veličine (peptoni i delimično polipeptidi) uslovljavaju punoću okusa i stabilnost pene piva. Udeo supstanci sa azotom malih molekulskih masa u kongresnoj sladovini značajan je za vrenje i za organoleptičke osobine piva. To je azot iz aminokiselina i nižih peptida i on se određuje kao formolni azot ili α -aminokiselinski azot.

Pokazatelj opšte razgrađenosti sladnog zrna, i donekle aktivnosti enzima u sladu, definiše Hartongov broj slada. On se zasniva na određivanju ekstrakta iz slada koji prelazi u rastvor jedan sat nakon ukomljavanja na četiri temperature: 20°C, 45°C, 65°C i 80°C. Kada se dobijene vrednosti ekstrakta na pojedinim temperaturama izraze u procentima od sadržaja ekstrakta po kongresnoj metodi dobiju se relativni ekstrakti, koji se označavaju sa VZ (VZ 20°C, VZ 45°C, VZ 65°C i VZ 80°C). Kada se izračuna srednja vrednost relativnih ekstrakta i od nje oduzme konstanta 58,1 dobije se Hartongov broj. Za ocenu razgrađenosti slada na osnovu Hartongovog broja koristi se sledeća skala:

Hartongov broj (%)	Razgrađenost slada
0-3,5	nerazgrađen slad
4-4,5	slabo razgrađen slad
5	zadovoljavajuće razgrađen slad
5,5-6,5	dobro razgrađen slad
6,5-10	prerazgrađen slad, sa vrlo velikim aktivnostima enzima

Svaki od relativnih ekstrakta na pojedinim temperaturama takođe je značajan faktor kvaliteta. Relativni ekstrakt na 20°C, VZ 20°C, određuje sadržaj eks-

trakta koji je prešao u rastvorljiv oblik još u toku sladovanja. On treba da bude preko 24%. VZ 45°C ukazuje na aktivnost svih enzima, izuzev α -amilaze. Ova vrednost se povećava paralelno sa porastom razgradnje belančevina kao i sa sadržajem α -aminoazota u kongresnoj sladovini. Ovaj ekstrakt je najvažniji i njegova standardna vrednost iznosi 36%. Povećava se pod uticajem svih zahvata u tehnologiji slada koji doprinose ujednačenom isključivanju i povećanju razgradnje zrna. VZ 65°C ustvari predstavlja komljenje na visokoj temperaturi, kojim se dobija iskorišćenje približno jednako kao kod laboratorijskog komljenja po kongresnoj metodi. Standardna vrednost za VZ 65°C iznosi 98,7%. Na osnovu VZ 85°C donosi se zaključak o aktivnosti α -amilaze u sladu

Fitaza razgrađuje fitin na inozit i fosfate, a lipaza razgrađuje masti.

Dosadašnji rezultati oplemenjivanja pivskog ječma

U cilju sveobuhvatne komparacije rezultata dosadašnjeg oplemenjivanja pivskog ječma analizirani su trogodišnji rezultati testiranja 10 sorti ozimog i 10 sorti jarog pivskog ječma (Pržulj et al., 1998b). Sumiranjem meteoroloških podataka u ispitivanim godinama jedna godina se može okarakterisati kao povoljnija za jari nego ozimi ječam, jedna kao povoljnija za ozimi nego jari ječam, dok je treća bila na nivou višegodišnjeg proseka.

Tab. 1. Srednje vrednosti za godine ispitivanja osobina ozimog i jarog pivskog ječma (Pržulj et al., 1998b)

Tab. 1. Annual means for the investigated characters of grain and malt of winter (O/W) and spring (J/S) malting barley (After Pržulj et al., 1998b)

Godina žetve	MHZ (g)		HM (kg/hl)		Ekstrakt fini (%)		Razlika ekstrakta (%)		Kolbachov indeks	
	O/W*	J/S	O/W	J/S	O/W	J/S	O/W	J/S	O/W	J/S
1986, povoljnija za jari ječam	41.5	41.0	75.4	73.3	78.0	79.3	1.20	1.61	38.6	44.2
1987, povoljnija za ozimi ječam	40.6	40.7	76.5	74.5	79.0	77.8	4.48	5.74	40.4	38.7
1988, prosečna godina	41.4	40.4	74.8	74.7	79.0	78.8	2.31	2.47	36.7	41.5

* O/W ozimi ječam/winter barley, J/S jari ječam/spring barley

Razlike u masi 1000 zrna između ozimog i jarog ječma bili su minimalne, kako između tipa ječma tako i godina testiranja (Tab. 1). U svim godinama ispitivanja ozimi ječam je imao veću hektolitarsku masu zrna od jarog ječma. Poznato je da je jari ječam kvalitetnija sirovina za proizvodnju slada u odnosu na ozimu formu. U prosečnoj godini u našim agroekološkim uslovima ozimi i jari ječam imali su približno isti sadržaj ekstrakta. Kod ozimog ječma sadržaj finog ekstrakta najviše je zavisio od sorte i interakcije sorta x godina, a kod jarog ječma od interakcije sorta x godina i godine. U svim godinama ispitivanja kod obe forme ječma postojala je razlika između sadržaja grubog i finog ekstrakta. Kod jarog

ječma citolitička razgrađenost skoro je isključivo zavisila od godine, dok je kod ozimog pored godine značajnu ulogu imala i interakcija sorta x godina. Fuchs et al. (1979) takođe navodi da u nepovoljnim godinama za gajenje jarog pivskog ječma bolje tehnološke osobine ima ozimi pivski ječam. U dosadašnjim istraživanjima utvrđeno je da u području Vojvodine u normalnim vremenskim i proizvodnim uslovima jari ječam ima manji sadržaj belančevina od ozimog. Stepen rastvorljivosti belančevina, odnosno udeo rastvorljivog azota u ukupnom azotu određuje se pomoću Kolbachovog indeksa. Vrednosti Kolbahovog indeksa razlikovale su se u svim godinama, kako kod ozimog, tako i kod jarog ječma. Jari ječam je uglavnom imao povoljnije vrednosti ovoga parametra.

Osobine pivskog ječma u 2005. godini

Vremenski uslovi. Oktobar 2004. godine bio je topliji za 1,2°C od višegodišnjeg proseka (VGP) (12,9°C u odnosu na 11,7°C), dok je padavina bilo 66 mm više od VGP, koji iznosi 33 mm. Ovo je dovelo do kasnijeg skidanja useva iz jare setve koji su predusevi za strna žita, sporije i teže pripreme zemljišta i otežane i kasnije setve ozimih strnih žita. Povoljni uslovi tokom novembra doprineli su da svi usevi niknu i dobro napreduju, odnosno ublažen je negativan efekat kasnijeg roka setve. Decembar 2004. bio je topao i suv. Srednja mesečna temperatura bila je 2,8°C viša u odnosu na VGP, koji iznosi 1,4°C. U decembru je padavina bilo manje za 30 mm u odnosu na VGP, jer je izostao snežni pokrivač (31,5 mm decembar 2004. u odnosu na 61,5 mm u VGP). Ozimi ječam ušao je u zimski period u fazi bokorenja, što je posledica povoljnih vremenskih uslova i optimalnog roka setve (na većem delu površina). Setva jarog ječma obavljena je krajem marta, izvan optimalnog roka za jara žita. Međutim, relativno visoke zalihe zimske vlage, veće količine padavina u proletnim mesecima u odnosu na VGP i ravnomerna distribucija padavina kao i temperature niže od višegodišnjeg proseka ublažile su efekat kasnog roka setve. Pre se može reći da su uslovi bili povoljni nego nepovoljni za realizaciju genetičkog potencijala agronomskih osobina i kvaliteta jarog pivskog ječma.

Period nalivanja zrna ozimog ječma iznosio je u proseku 50, a jarog 41 dan (Tab. 2). Visina stabla kod obe forme ječma bila je na nivou proseka, te je poleganje bilo u granicama tolerantnog. Prinos ozimog ječma bio je u proseku 10.4 t/ha a jarog 6,2 t/ha. Od ozimih genotipova najveći prinos imale su linije NS.589 i NS.593, a od jarih sorte Pek i Novosadski 448. Ove dve sorte jarog ječma interesantne su jer se odlikuju najdužim (44 dana) i najkraćim (34 dana) periodom nalivanja zrna. Dužina perioda nalivanja zrna uticala je na masu hiljadu zrna, koja je kod sorte Pek iznosila 47 grama a kod sorte Novosadski 448 41.7 grama. Pošto se ne raspolaže sa podatkom sklopa, može se pretpostaviti je da je zbog dužeg vegetativnog perioda Novosadski 448 imao veći sklop i veći broj zrna po klasu. U ovoj godini ozimi ječam imao je krupnije i bolje naliveno zrno od jarog ječma, sa većom masom hiljadu zrna i hektolitarskom masom. Udeo zrna I klase iznosio je 95% kod ozimog i 91% kod jarog ječma.

Tab. 2. Agronomske osobine i osobine zrna ispitivanih sorti ozimog i jarog pivskog ječma u 2005. godini

Tab. 2. Agronomic traits and grain traits of the tested winter and spring malting barley varieties in 2005.

Sorta/linija		Broj dana od cvetanja do pune zrelosti	Poleganje (%)	Visina (cm)	Prinos (t /ha)	MHZ (g)	HM (kg/hl)	I klasa (%)
OZIMI JEČAM								
1	Novosadski 519	50	0	92	9,6	49	77	94
2	Novosadski 565	50	0	91	10,9	52	77	94
3	NS.583	51	25	100	9,3	51	76	97
4	NS.587	53	2	91	10,0	49	75	95
5	NS.589	51	0	97	11,0	49	76	95
6	J.134/05	50	10	93	10,6	50	77	96
7	NS.593	48	17	96	11,4	46	77	91
8	Novosadski 525	48	0	92	10,7	46	77	95
	Prosek	50	7	94	10,4	49	77	95
JARI JEČAM								
1	Viktor	40	0	63	5,6	49	71	91
2	Novosadski 294	39	5	80	5,5	47	73	88
3	Pek	44	17	79	6,9	47	72	91
4	Novosadski 448	34	0	68	6,8	42	68	90
5	Novosadski 456	44	15	83	6,2	52	68	90
6	Aleksa	44	12	75	5,9	52	70	94
7	NS. 490	42	10	70	6,2	43	68	88
8	J.273/05	40	10	75	6,4	43	70	93
	Prosek	41	9	74	6,2	47	70	91

Sadržaj belančevina u zrnu ječma u 2005. godini posebno je bio visok kod ozimih sorti, prosečno 13,9% SM (Tab. 3). Najniži sadržaj belančevina u zrnu, 13,3% SM, imala je sorta pivskog ječma Novosadski 525. Kod jarog ječma prosečan sadržaj belančevina iznosio je 12,6% SM. Najmanje belančevina imale su nove sorte jarog pivskog ječma Novosadski 448 i Aleksa, kao i sorta standard Viktor.

Sadržaj finog ekstrakta kod ispitivanih sorti, posebno ozimog ječma, bio je prilično nizak. Jedino je sorta Novosadski 525 imala preko 77% SM finog ekstrakta, dok je kod ostalih sorti sadržaj finog ekstrakta iznosio od 72.3 do 76%. Prosečan sadržaj ekstrakta kod jarih sorti bio je 77,9% SM. Najveći sadržaj finog ekstrakta bio je kod sorti Novosadski 448, Novosadski 456, Aleksa i Viktor. Visoke vrednosti viskoziteta i niske vrednosti Kolbachovog broja i Hartonga VZ 45°C ukazuju na slabu razgrađenost slada ozimog ječma. Suprotno ozimom, jari ječam je imao odličnu rastvorljivost slada; prosečna vrednost viskoziteta bila je 1,61, Kolbachovog broja 39 a Hartonga VZ 45° C 47.

Tab. 3. Sadržaj belančevina u zrnu i osobine slada ispitivanib sorti ozimog i jarog pivskog ječma u 2005. godini

Tab. 3. Grain protein content and malt traits of the tested winter and spring malting barley varieties in 2005.

Sorta/linija		Belančevine (% s.m.)	Ekstrakt fini (% s.m.)	Viskozitet (mPas, 8,6%)	Kolbach-ov broj (%)	Hartong VZ 45°C (%)
OZIMI JEČAM						
1	Novosadski 519	13,9	75,3	1,70	31	35
2	Novosadski 565	13,7	74,7	1,80	25	27
3	NS.583	15,1	72,3	1,75	24	29
4	NS.587	13,4	75,2	1,78	31	32
5	NS.589	13,8	76,0	1,77	27	31
6	J.134/05	14,2	75,0	1,74	31	33
7	NS.593	13,5	76,0	1,85	26	26
8	Novosadski 525	13,3	77,1	1,76	30	32
	Prosek	13,9	75,2	1,77	28	31
JARI JEČAM						
1	Viktor	11,8	78,8	1,62	41	51
2	Novosadski 294	14,3	77,8	1,55	43	56
3	Pek	13,0	76,7	1,55	42	47
4	Novosadski 448	11,2	79,9	1,51	42	53
5	Novosadski 456	12,9	78,8	1,82	39	45
6	Aleksa	12,1	78,4	1,64	41	46
7	NS. 490	12,4	76,3	1,60	35	47
8	J.273/05	13,1	76,3	1,60	28	32
	Prosek	12,6	77,9	1,61	39	47

LITERATURA

- Fuchs, W., Wicke, H.J., Schmieder, W., Zabel, S. (1979): Tag.-Ber., Akad. Landwirtschaft. - Wiss. DDR Berlin, 175: 295-302.
- Pržulj, N., Momčilović, Vojislava, Mladenov, N. (1998a): Resistance of two-rowed barley to pre-harvest sprouting. In: Weipert, D. (Ed.) Proceedings of 8th International Symposium Pre-Harvest Sprouting in Cereals, pp 169-179. Association of Cereal Research, Federal Centre for Cereal, Potato and Lipid Research, Detmold, Germany.
- Pržulj, N., Dragović, S., Malešević, M., Momčilović, Vojislava, Mladenov, N. (1998b): Comparative performanse of winter and spring malting barleys in semiarid growing conditions. Euphytica 101: 377-382.