

OSNOVNI PARAMETRI U OPLEMENJIVANJU JEČMA (*Hordeum vulgare* L.) NA PRINOS I KVALITET

Milomirka Madić¹, Desimir Knežević², Aleksandar Paunović¹

Rezime

Proizvodnja pivarskog ječma je od velikog ekonomskog značaja, jer je slad na svetskom tržištu deficitaran proizvod. Pored toga zrno stočnog ječma je veoma vredna sirovina u proizvodnji stočne hrane. Kao rezultat dugogodišnjeg rada na oplemenjivanju ječma do sada su u Republici Srbiji stvorene 124 sorte. Domaće sorte ječma se odlikuju se visokim potencijalom za prinos zrna i odličnim osobinama kvaliteta. Selekcija novih sorti uglavnom je vezana za konkretan ideotip koji svaki oplemenjivač kreira i teži njegovom ostvarenju. Oplemenjivanjem i odgovarajućom tehnologijom proizvodnje neophodno je obezbediti takav sortiment koji će prinosom i kvalitetom zadovoljiti stroge zahteve industrije slada i piva i proizvodnje stočne hrane. Bez obzira na namenu glavni ciljevi u oplemenjivanju ječma su: povećanje prinosa i stabilnost prinosa zrna, nizak sadržaj proteina kod pivarskog ječma (manje od 11,5%) i visok sadržaj kod stočnog ječma (iznad 13%).

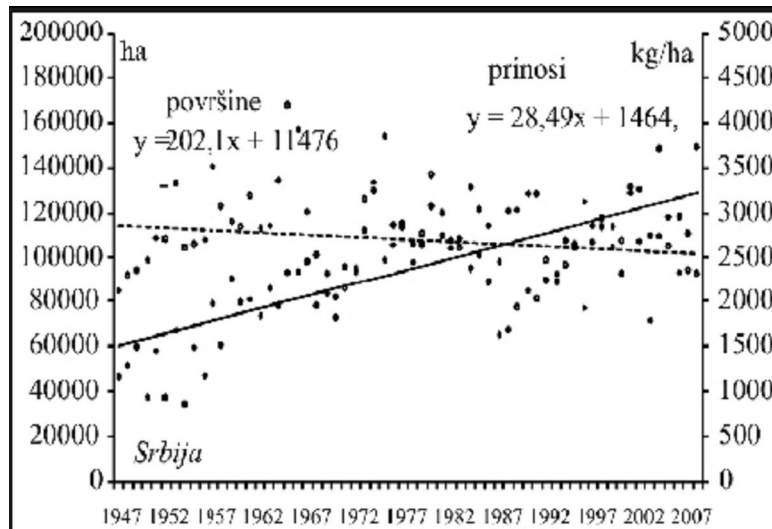
Ključne reči: ječam, oplemenjivanje, prinos, kvalitet

Uvod

Ječam je samooplodna vrsta i selekcija pojedinačne biljke koja vodi ka uniformnosti je bila uobičajena još od 1800-te godine. Vrste koje su divlji srodnici i primitivne prvobitne sorte ječma poseduju bogat izvor genetičke varijabilnosti koja se može iskoristiti u daljoj selekciji (Nevo, 1992, Ceccarelli et al, 1995). Ovi rezervoari gena se mogu koristiti primenom klasičnih (konvencionalnih) metoda, ali konstrukcijom genetičkih mapa, primenom markera i pozicioniranjem lokusa za kvantitativna svojstva (engl. Quantitative Trait Loci) poželjni genotipovi se mogu selekcionisati sa većom preciznošću.

¹ Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak
(mmadic@fc.kg.ac.rs)

² Poljoprivredni fakultet, Lešak, Univerzitet u Prištini



Graf. 1. Površine pod ječmom i prosečni prinosi u Srbiji u periodu 1947-2007 (Pržulj i Momčilović, 2010)

Graph 1. Barley acreage and average yields in Serbia during 1947-2007 (Przulj, Momcilovic, 2010)

Početak rada na oplemenjivanju ječma zasnivao se na masovnoj i individualnoj selekciji iz autohtonih populacija i odomaćenih sorti. Oplemenjivanje ječma u Srbiji može se podeliti na tri perioda. Prvi period počinje nakon II svetskog rata traje do 1970. godine kada su se gajile domaće sorte. U drugom periodu od 1970. godine do 1975. godine gajene su uvedene (uvezene) sorte iz Zapadne Evrope otporne na poleganje i prinrodnije od domaćih sorti (prinosi 1,5-1,75 t ha⁻¹). Francuska sorta Ager je preovladavala u proizvodnji stočnog ječma, a nemačka sorta Union u proizvodnji pivarskog ječma. Treći period, koji traje od 1975. godine do danas poznat je po afirmaciji domaćih sorti. Do danas su od strane nadležnog ministarstva (1953-2010) priznate 124 sorte ozimog i jarog ječma (30 ozimog i 3 jarog šestoredog, i 36 ozimog i 55 jarog dvoredog). Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu priznato je 85, Centru za strna žita u Kragujevcu 27, Centru za poljoprivredna i tehnološka istraživanja Zaječar 11, i Institutu PKB jedna sorta. U svetskoj proizvodnji po površinama ječam se nalazi na četvrtom mestu iza pšenice, pirinča i kukuruza. U Republici Srbiji zadnjih godina dolazi do smanjenja površina pod ječmom tako da se sada ječam gaji na oko 90 000 ha (Pržulj i Momčilović, 2010).

Ciljevi oplemenjivanja

Naučni pristup oplemenjivanju strnih žita (uglavnom pšenice i ječma) u našoj zemlji započeo je sredinom 50-tih godina prošloga veka (Denčić i sar., 2006). Od tada pa do danas selekcija se zasnivala na: definisanju oplemenjivačkih ciljeva, stvaranju genetičke varijabilnosti i identifikaciji novih superiornih genotipova. Ostale aktivnosti kao što su izbor roditelja, metode stvaranja genetičke varijabilnosti, ocena i selekcija oplemenjivačkog materijala važne su karike koje su implementirane u navedene osnovne postulate. Skoro identičan pristup oplemenjivanju najvažnijih poljoprivrednih biljnih vrsta je bio primenjivan u SAD u poslednjih pedeset godina (Baenziger et al, 2006).

Od početka rada na stvaranju novih sorti pšenice i ječma do danas osnovni cilj je bio povećanje potencijala za prinos zrna. Pored povećanja potencijala za prinos kod oplemenjivanja ječma intenzivno je rađeno na većoj otpornosti na poleganje (Denčić i sar., 1992; Pržulj i Momčilović, 2002; Madić i sar. 2009). Tokom 80-tih i 90-tih godina prinos zrna ostaje kao konstantan cilj u stvaranju novih sorti s tim što su pristupi različiti. Borojević

(1990) zagovara izbalansiranost komponenti prinosa i povećanu adaptabilnost, dok Denčić (1994) dalje mogućnosti povećanja potencijala za prinos vidi u promeni arhitekture klasa. Oplemenjivanje se dalje proširuje i na druga svojstva, pre svega kvalitet i otpornost na biotičke i abiotičke limitirajuće faktore (Knežević i sar. 2007).

Model sorte u oplemenjivanju je u velikoj meri određen ekološkim uslovima za koje se sorta stvara. Jedan od prvih modela pšenice kod nas dat je sedamdesetih godina prošlog veka (Borojević, 1972), dok je za naše agroekološke uslove model pivarskog ječma definisan kasnije (Pržulj i Momčilović, 1995). Prilikom definisanja modela sorte neophodno je poznavati genetičku osnovu koju treba da ima sorta, povoljne vrednosti glavnih komponenti prinosa i parametara kvaliteta, kao i zahteve predloženog modela prema agroekološkim uslovima.

Bez obzira na namenu glavni ciljevi u oplemenjivanju ječma su povećanje prinosa i stabilnost prinosa zrna, nizak sadržaj proteina kod pivarskog ječma (manje od 11,5%) i visok sadržaj kod stočnog ječma (iznad 13%), visok sadržaj finog ekstrakta (iznad 80% sm), povećanje ukupnog biološkog prinosa uz zadržavanje žetvenog indeksa (0,40-0,50), povećanje intenziteta nalivanja zrna uz postojeću dužinu trajanja nalivanja zrna, kao i otpornost prema važnijim bolestima i stresnim uslovima, naročito suši (Pržulj i sar. 2000).

Tabela 1. Model sorte ječma (Pržulj i Momčilović 1995)

Table 1. Barley cultivar model (Przulj, Momcilovic, 1995)

GENOTIP – geni za	FENOTIP
Patuljast rast (bez «uz» gena)	Visina oko 80 cm
Dobru otpornost na poleganje	
Dobru otpornost na izmrzavanje i sušu kod ozimog i kasne prolećne mrazeve i sušu kod jarog	Ozimi ne izmrzava na -10 ⁰ C bez snega, a jari podnosi prolećne mrazeve do -7 ⁰ C
Otpornost na pepelnicu (<i>Erysiphe graminis</i> f. sp. hordei), <i>Rhynospodium secalis</i> , <i>Helminthosporium</i> sp., lisnu rđu (<i>Puccinia graminis</i> f. sp. hordei), stabljičnu rđu (<i>Puccinia graminis</i> f. sp. tritici), Pokrivenu gar (<i>Ustilago hordei</i>), golu gar (<i>Ustilago nuda</i>), i virus nanizma (BYDV)	Dobro naliva zrno u uslovima zemljišne i vazdušne suše
Ozimi ranozreliji 5 do 10 dana u odnosu na najranije sorte ozime pšenice, a jari 10 dana duže vegetacije od ozimog ječma	Oko 400 biljaka m ⁻²
Duže trajanje fotosintetske površine	700-900 klasova m ⁻² za ozimi i 600-700 za jari
Ranozrelost	Preko 30 zrno po klasu
Visoko produktivno bokorenje	Masa 1000 zrna 48 grama za ozimi i preko 45 grama za jari
Veliki broj srednje krupnih zrna	Hektolitarska masa 65 kg hl ⁻¹
Manji udeo plevica	Udeo zrna I klase 80%
Nizak sadržaj proteina	Udeo plevica 6-8% mase zrna kod ozimog i 5-7% mase zrna kod jarog
Visok sadržaj skroba	Energija klijanja 95%
Niži sadržaj - glukana	Kolbachov broj, Hartongov broj, razlika ekstra fine i grube meljave, viskozitet, filtracija i bistrina sladovine bolji od slada sorte Union gajene u našim agroekološkim uslovima
Visoku energiju klijanja	
Dobru enzimatsku aktivnost	
↓	
Potencijal rodnosti 11 t ha ⁻¹ za ozimi i 10 t ha ⁻¹ za jari ječam i dobre tehnološke osobine slada	

Selekcija ječma na prinos

Visok i stabilan prinos ječma je glavni cilj oplemenjivanja, naročito u ustanovama gde nije moguće adekvatno testiranje selekcionog materijala na osobine kvaliteta. Povećanje prinosa rezultat je poboljšanja germplazme i poboljšanja tehnologije proizvodnje. Prema Martiniello i sar. (1987) povećanje prinosa zrna ječma ostvareno oplemenjivanjem iznosi za višeredi ječam 0,77%, a za dvoredi 1,1% godišnje. Prikazani trend povećanja prinosa zrna uticao je na izjednačavanje rodnosti sorti dvoredog i višeredog ječma. Osnovne komponente rodnosti čiji je ekonomski produkt zrno su: broj biljaka po jedinici površine, broj produktivnih klasova po biljci, broj zrna po klasu i masa 1000 zrna. Maksimalna rodnost je realizacija najpovoljnijeg balansa između komponenti prinosa.

Analizirajući povezanost prinosa i komponenti prinosa zrna kod dvoredog ječma Barczak and Majcherczak (2009) ukazuju da je najveća međuzavisnost dobijena između prinosa zrna i broja klasova m^{-2} i prinosa zrna i broja zrna po klasu, bez obzira na nivo obezbeđenosti zemljišta hranivima. Ranije, do istih rezultata su došli i Dofing i Kinght (1994) analizirajući prinos zrna i komponente prinosa kod unicum linija navodeći pored toga da je povećanje broja zrna po klasu prouzrokovalo neznatno smanjenje mase zrna. Analizirajući međuzavisnost prinosa i njegovih komponenti Madić i sar. (2005) su ukazali da postoji visoka pozitivna korelacija između žetvenog indeksa i prinosa zrna (0,68). Pozitivne vrednosti koeficijenta korelacije su zabeležene i između žetvenog indeksa i broja zrna po klasu (0,51), biološkog prinosa (0,42) kao i visine stabla (0,42), dok je negativna vrednost zabeležena između žetvenog indeksa i mase zrna po klasu (-0,34). Najveća značajna pozitivna korelacija postojala je između biološkog prinosa i prinosa zrna (0,83), zatim visine stabla i biološkog prinosa (0,65). Broj zrna po klasu je bio u najvećoj pozitivnoj korelaciji sa visinom stabla i prinosom zrna, kao i sa biološkim prinosom i žetvenim indeksom (tabela 2).

Tabela 2. Analiza direktnih i indirektnih efekata svojstava koji utiču na prinos zrna ječma (Madić et al, 2005)

Table 2. An analysis of direct and indirect effects of the traits impacting barley grain yield (Madić et al, 2005)

Osobine prinosa	Direktni efekti	Indirektni efekti preko					Total
		Žetveni indeks	Visina stabla	Biološki prinos	Br. zrna /klas	Masa zrna/klas	
X ₁ Žetveni indeks	0.38	1	-0.05	0.22	0.15	0.08	0.68
X ₂ Visina stabla	-0.09	0.19	1	0.34	0.20	-0.09	0.55
X ₃ Biološki prinos	0.58	0.24	-0.08	1	0.13	-0.02	0.85
X ₄ Br. Zrna /klas	0.25	0.20	-0.09	0.34	1	-0.05	0.65
X ₅ Masa zrna/klas	-0.13	-0.14	-0.03	0.19	0.09	1	-0.02

Broj biljaka po jedinici površine pri istoj normi setve, istim semenskim kvalitetom u istim uslovima proizvodnje nije jednak kod svih sorti i zavisi od njihovih bioloških osobina. Kod ozimih formi broj biljaka po jedinici površine najviše zavisi od otpornosti prema niskim temperaturama.

Broj klasova po jedinici površine prvenstveno zavisi od naslednih osobina sorte i sposobnosti jačeg ili slabijeg produktivnog bokorenja. Bokorenje nastaje kao proces podzemnog granjanja stabla i stvaranja izdanaka biljke. Broj izdanaka koji se formira u ranim stadijumima ontogeneze i predstavlja osnovu u pogledu ujednačenosti useva i direktno utiče na broj klasova po jedinici površine (Borojević, 1972; Kraljević–Balalić i Petrović 1991; Madić i Đurović 1996a; Madić i sar. 2006). Ozimi ječmovi jače bokore od prolećnih, dvoredi jače od višeredih, a nutans forme jače od erektum-formi. Najveći procenat produktivnog bokorenja imaju ječmovi poreklom iz Abisinije i Japana (Milohnić, 1972). Milohnić (1972) takođe

navodi da su induciranim mutacijama dobijeni genotipovi sa jakim bokorenjem. Broj biljaka kao i broj produktivnih klasova po jedinici površine u značajnoj meri zavisi i od norme setve i mineralne ishrane biljaka, naročito obezbeđenosti azotom (Paunović i sar. 2007; Madić i sar. 2011). Paunović i sar. (2006) ukazuju da se sa povećanjem gustine setve i mineralne ishrane azotom povećavao broj klasova m^{-2} , a sa povećanjem broja klasova povećavao se i prinos zrna (koeficijent korelacije 0,63).

Broj zrna po klasu povezan je sa dužinom klasa odnosno sa brojem članaka klasnog vretena i brojem redova zrna po klasu. Višeredi ječmova u principu imaju veći broj zrna po klasu tako da broj dostiže do 100 i više, a kod dvorednih varira od 30 do 40. Kod dvorednih erektum tipovi imaju veći broj zrna od nutans tipova. Ukrštanjem dvorednih ječmova koji imaju veći broj članaka klasnog vretena sa višeredim, mogu se dobiti tipovi višeredog ječma sa povećanim brojem članaka klasnog vretena i znatno dužim klasom (Kovačević 1987; Lalić 1988; Madić 1995; Madić 1996b; Maksimović i sar. 1997; Madić i sar. 2004).

Choo et al. (1980), Pržulj i Momčilović (1995), Stojanović i sar. (1998) smatraju da broj zrna predstavlja jednu od najvažnijih komponenti prinosa. Sinha et al. (1985) predlažu strogu selekciju ječma u ranijim generacijama na duži klas i povećan broj zrna po klasu, da bi se selekcija kasnije usmerila na povećanje mase 1 000 zrna i mase zrna po klasu. Hesselbach (1985) je, analizirajući prinos zrna 14 sorti višeredog ječma tokom poslednjih 100 godina, utvrdio da je povećanje prinosa zrna na godišnjem nivou iznosilo 1,4%, dok je povećanje prinosa kao rezultat oplemenjivanja 0,47% godišnje. Isti autor takođe, ukazuje da je povećanje prinosa zrna ječma tokom poslednjih godina uglavnom rezultat povećanja broja zrna po klasu, broj klasova po jedinici površine je ostao isti, dok je masa zrna varirala.

Masa 1000 zrna zavisi od krupnoće zrna odnosno njegovih dimenzija, njegove ispunjenosti i težine samog sadržaja zrna. Puno, jedro zrno, pravilnog oblika daje visok procenat zrna prve i druge klase. Kod kvalitetnog ječma treba da bude najmanje 85 do 90% zrna I i II klase (2,8 i 2,5 mm). Selekcija u pravcu povećanja mase 1000 zrna je išla uglavnom u pravcu povećanja dimenzija zrna naročito njegove dužine. Ispunjenost zrna povezana je sa biološkim osobinama sorte najviše dužinom trajanja nalivanja zrna tj. period klasanje – sazrevanje i zavisi u većoj ili manjoj meri od uslova spoljašnje sredine. Masa zrna nije samo komponenta prinosa, već i veoma važna komponenta kvaliteta zrna pivarskog ječma. Od posebne važnosti u oplemenjivanju je povezanost mase zrna sa sadržajem skroba, odnosno proteina u zrnu.

Tab. 3. Važnije agronomske osobine sorti ječma stvorenih u Centru za srna žita u Kragujevcu (Madić i sar. 2009)

Table 3. Major agronomic traits of barley cultivars developed at the Small Grains Research Centre, Kragujevac

Sorta	Visina (cm)	Otpornost na poleganje	Gen. potencijal za prinos (t/ha)	Hektolitarska masa (kg ha ⁻¹)	Masa 1000 zrna (g)	% proteina
<i>Ozimi ječam</i>						
Jagodinac	100	otporna	11	80	45	11
Rekord	80	otporna	11	72	39	11.9
Šampion	90	otporna	11	76	48	12
Gigant	87	otporna	11	74	43	13.1
Maksa	80	otporna	11	77	42	11
<i>Jari ječam</i>						
Galeb	80	dobra	8	68	41	14.3
Jastrebac	75	dobra	8	70	40	13.3
Dinarac	77	dobra	9	73	43	19-12
Dunavac	70	odlična	9	76	42	10-12.5
Dukat	72	dobra	8	71	34	13.8
Đerdan	76	dobra	9	74	41	12.7
Dragulj	70	dobra	9	73	39	13.2
Horizont	80	dobra	9	72	45	13.4
Jadran	73	odlična	9	74	47	13
Ukras	80	dobra	9	73	42	13.2
Lider	78	v. dobra	9	74	40	13.9

U programu oplemenjivanja ječma Centra za srna žita u Kragujevcu i Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu, krupnoća zrna se smatra veoma važnom komponentom prinosa. U proteklom periodu selekcija je išla u pravcu stvaranja genotipova sa masom 1 000 zrna iznad 45 gi sa više od 30 zrna po klasu kod dvoredog i 60 zrna kod višeredog ječma. U drugoj polovini dvadesetog veka masa 1 000 zrna 168 jugoslovenskih sorti ječma povećavana je godišnje za 0,20 g kod jarog dvoredog i ozimog višeredog i za 0,13 g kod ozimog dvoredog ječma (Pržulj i sar., 1996). U istom periodu prinos je povećavan za oko 100 kg godišnje. Kragujevačke sorte kako ozime, tako i jare, imaju krupno zrno i zavisno od uslova proizvodnje masa 1000 zrna ozimih sorti ječma varira od 39 do 48 g, a jarjih od 34 do 47g (Madić i sar. 2009).

Sorte pivarskog i ječma za ishranu domaćih životinja koje se nalaze kod nas u proizvodnji poseduju potencijal za prinos do 11 t ha⁻¹ kod ozimog, odnosno 8 t ha⁻¹ kod jarog (Pržulj i sar., 1996; Momčilović i sar., 2000; Pržulj i Momčilović, 2000). Prinosi kragujevačkih sorti ječma u makroogledima, zavisno od godine, kretali su se od 4,23 - 6,20 t ha⁻¹ (Madić i sar. 2007).

Oplemenjivanje na povećan prinos ne može se usmeriti samo u pravcu poboljšanja jedne njegove komponente jer je maksimalan prinos realizacija najpovojnijeg balansa između komponenti prinosa. Osim pomenutih komponenti, prinos zrna zavisi i od niza drugih osobina kao što su: dužina vegetacije, otpornost prema poleganju, otpornost na niske temperature, bolesti, štetočine i drugo. Selekcijom radom u našim naučnim Institutima stvorene su domaće sorte pivarskog ječma kontinentalnog ekotipa, koje i u ovakvim uslovima daju zrno dobrih tehnoloških osobina. U programu oplemenjivanja kao donori gena koji obezbeđuju adaptabilnost na semiaridne uslove korišćeni su genotipovi poreklom iz istočnoevropskih, a kao donori gena za dobar kvalitet genotipovi poreklom iz zapadnoevropskih zemalja.

Oplemenjivanje na kvalitet

Zrno ječma se uglavnom koristi za ishranu domaćih životinja, industriju piva, dok se manje količine upotrebljavaju za ljudsku ishranu. Raznovrsna upotreba ječma određuje pravac i cilj oplemenjivanja. Selekcija ječma danas je usmerena u dva pravca i to: stvaranje visokorodnih i kvalitetnih sorti pivarskog ječma i stvaranje visokorodnih i kvalitetnih sorti krmnog ječma. Na ispoljavanje ovih osobina osim nasledne osnove, uticaja velikog broja gena (major i minor) utiču i faktori spoljne sredine.

Oplemenjivanje na kvalitet je teško zbog kompleksnosti i niske heritabilnosti osobina koje određuju kvalitet, nepoželjnih međuzavisnosti i testiranja selekcionog materijala različitog stepena homozigotnosti. Kod novosadskog i kragujevačkog programa oplemenjivanja ječma osnovni kriterijumi selekcije u ranim generacijama su otpornost na bolesti, ranozrelost i visina biljke, dok se kvalitet testira kod već izdvojenih linija koje imaju zadovoljavajuće agronomske osobine. To neminovno dovodi do gubitka genotipova sa povoljnim kombinacijama biološko-produktivnih i tehnoloških osobina, što je moguće izbeći jedino primenom metoda testiranja malih uzoraka od F3 - F5 generacije.

Zrno pivarskog ječma treba da ima blistavi sjaj i čistu, svetlo-žutu boju, dok je zrno krmnog ječma obično nešto tamnije boje. Miris ječma treba da je svež i na slamu. Zrno ječma treba da je trbušasto, kratkog i debelog zrna, čime se smanjuje učešće plevica i povećava sadržaj ekstrakta kod pivarskog i hranljivih materija kod krmnog ječma.

Iako više nemaju takav značaj kao ranije, hektolitarska masa i masa hiljadu zrna još uvek predstavljaju važne pokazatelje kvaliteta ječma (Gaćeša i sar., 1992). U programu oplemenjivanja ječma za manje povoljne uslove proizvodnje krupnoća zrna ima jednu od ključnih uloga, kako sa stanovišta dobijanja visokog intenziteta nalivanja zrna i prinosa (Pržulj i sar., 2000) tako i dobrog kvaliteta (Pržulj i Momčilović, 1995).

Konzistencija endosperma, tj. staklavost može biti dobar pokazatelj kvaliteta ječma, jer je u pozitivnoj korelaciji sa sadržajem proteina. Međutim, postoji i dobroćudna staklavost, odnosno staklavost koja nastaje usled veoma suvog i žarkog vremena u periodu voštane zrelosti ili žetve.

Za sigurnu ocenu kvaliteta ječma kao sirovine za proizvodnju slada nije dovoljno analizirati samo zrno ječma, već je neophodno mikrosladovanjem proizvesti slad i na osnovu toga odrediti tehnološke osobine pivarskog ječma. Ekstrakt slada je jedan od najvažnijih ekonomskih pokazatelja, a obuhvata zbir rastvorljivih sastojaka slada i sastojaka koji postaju rastvorljivi prilikom komljenja. Pored sorte, uslovi proizvodnje značajno utiču na kvalitet pivarskog ječma i njegovog slada (Gaćeša i sar., 1992; Pržulj i sar., 1998, Pržulj i sar., 1999). U našim agroekološkim uslovima u godinama sa prosečnim temperaturama i količinom padavina sorte jarog ječma imaju veći sadržaj ekstrakta, dokje u godinama sa deficitom vlage i visokim temperaturama kvalitetniji slad kod ozimog ječma (Pržulj i sar., 1998). Pokazatelji razgrađenosti slada daju informaciju o razgrađenosti ćelijskih opni u endospermu, koja obezbeđuje dobro usitnjenje slada i pristup enzima do skrobnih zrnaca tokom komljenja (citolička razgrađenost), informaciju o razgrađenosti proteinskih supstanci (proteolička razgrađenost) i informaciju o razgrađenosti skroba u sladnom zrnu, odnosno sladovini nakon ukomljavanja.

U oplemenjivanju ječma za ishranu domaćih životinja prinos zrna po jedinici površine dugo vremena je bio osnovni kriterijum u selekciji. Visok sadržaj biljnih vlakana kod ječma je ograničavajući faktor za njegovo korišćenje u intenzivnom tovu. Kod sirovina koje služe za ishranu stoke ili izradu stočne hrane posebno vrednu komponentu predstavljaju proteini. Idealni proteini za stočnu hranu su oni koji imaju aminokiselinski sastav približan zahtevima životinja u čiju ishranu su uključeni. Ječam koji se koristi u ishrani svinja treba da ima veći sadržaj treonina i triptofana, a za ishranu živine lizina i metionina (Campbell 1996). Plevice

ječma su osnovni faktor koji smanjuje njegovu nutritivnu vrednost zbog čega se nameće i potreba selekcije golozrnog ječma. Prve registrovane sorte ječma golog zrna u Kanadi i SAD imaju dobre agronomske tehnološke osobine, te se pored upotrebe u ishrani svinja i živine koriste i u ishrani ljudi (Bhattay, 1996).

Zaključak

Kao rezultat dugogodišnjeg rada oplemenjivanja ječma do sada su u Republici Srbiji stvorene 124 sorte. Novostvorene sorte se odlikuju visokim potencijalom za prinos zrna i odličnim osobinama kvaliteta. Za specifična proizvodna područja poželjno je stvarati odgovarajući tip sorte, koja će imati visok i stabilan prinos i dobar kvalitet zrna. Selekcija novih sorti uglavnom je vezana za konkretan ideotip koji svaki oplemenjivač kreira i teži njegovom ostvarenju.

Oplemenjivanje pivarskog ječma treba usmeriti na selekciju genotipova sa većim brojem zrna po klasu, većom masom 1000 zrna, krupnijim zrnom, niskim sadržajem proteina, i visokim sadržajem finog ekstrakta.

Dobar stočni ječam pored visokog i stabilnog prinosa zrna treba da sadrži nizak sadržaj pleвица i visok sadržaj proteina čiji je aminokiselinski sastav približan zahtevima životinja u čiju ishranu su uključeni.

Literatura

- Barczak, B., Majcherczak, E. (2009): Effect of varied fertilization with sulfur on selected spring barley yield structure components. *Journal of Central European Agriculture*, **9**: 4. 777-784.
- Borojević C. (1992): Principi i metode oplemenjivanja bilja. Drugo dopunjenje izdanje. Naučna knjiga. Novi Sad.
- Borojević S. (1972): Genetski pristup izgradnji modela visokoprinosa sorti pšenice. *Genetika*, 3,1, 105-117.
- Borojević, S. (1990): Genetski napredak u povećanju prinosa pšenice. *Savremena poljo.*, Vol. 38, br 1-2, 25-44.
- Ceccarelli, S., Grando, S. and Van Leur, J.A.G. (1995): Barley landraces in the Fertile Crescent offer new breeding options for stress environments. *Diversity* 11:112-113.
- Choo T. M., Reinbergs E., Park S. J. (1980): Studies on coefficient of variation of yield components and character association by Path coefficient analysis in barley under row and hill plot conditions. *Z. Pflanzenzuchtung*, 84, 107-114.
- Denčić, S. (2006): Genetika i oplemenjivanje strnih žita. *Zbor. rad., Naučni institut za rat. i povrt. Sv.* 42, 377-394.
- Denčić, S., 1994: Designing a Wheat Ideotype with increased sink capacity. *Plant Breeding* Vol.112, No.4, pp. 311-317.
- Denčić, S., Mikić, K., Momčilović, V. (1992): Rezultati rada na genetici i oplemenjivanju ječma. U Lazić, V. (ed.) *Pivski ječam i slad*. Monografija, 52-64.
- Dofing, S., M.Knight, C. W.(1994): Yield Component Compensation in Uniculm Barley Lines. *Agronomy Journal*, **86**: 273-276.
- Gaćeča S., Grujić o., Klašnja M. (1992): Značaj i ocena kvaliteta ječma u tehnologiji slada i piva. *Pivski ječam i slad*. Sladara Bačka Palanka. 217-248.
- Hesselbach J. (1985): Breeding progress with winter barley (*Hordeum vulgare L.*). *Z. Pflanzenzuchtung*, 76, 102-112.
- Knežević D., A. Paunović, Milomirka Madić, Nevena Đukić, Veselinka Zečević, Gordana Šurlan-Momirović, D. Dodig, M. Jelić (2007): Koncept oplemenjivanja strnih žita-dostignuća i perspektive. XII Savetovanje o biotehnologiji, Agronomski fakultet, Zbornik radova, Čačak, 2-3. mart 2007. 271-283.

- Kraljević-Balalić Marija i Petrović S. (1991): Genetička analiza bokorenja kod pšenice. *Savremena poljoprivreda*, 39, 4, 31-34.
- Lalić A. (1988). Upporedna analiza komponenata prinosa i prinosa zrna ječma F3 populacija dvoredog i višeredog tipa. Magistarski rad. Poljoprivredni institut Osijek.
- Madić Milomirka (1995): Nasleđivanje osobina klasa i rodnosti zrna kod hibrida ječma (*Hordeum vulgare* L.). Magistarski rad. Poljoprivredni fakultet, Zemun-Beograd.
- Madić Milomirka (1996a): Inheritance of spike properties and grain yield in barley hybrids. Review of research Work at the Faculty of Agriculture, Beograd, 44, 1, 53-65.
- Madić Milomirka, D. Đurović, Paunović, A. (2004): Genetička analiza komponenti prinosa u ukrštanjima dvorednih i šestorednih ječmova. X Simpozijum o krmnom bilju Srbije i Crne Gore sa međunarodnim učesćem. *Acta Agriculturae Serbica*, IX, 17, 157-164.
- Madić Milomirka, Đurović D. (1996b): Genetic analysis of tillering in barley hybrids. *Genetika*, 28, 3, 159-165.
- Madić Milomirka, Knežević Desimir, Paunović Aleksandar and Bokan Nikola (2006): Variability and inheritance of tillering in barley hybrids. *Genetika*, 38, 3, 193-202.
- Madić Milomirka, Knežević, D., Paunović, A., Đurović, D. (2010): Inheritance of stem height and primary spike length in barley hybrids. 45th Croatian and 5th International Symposium on Agriculture, Faculty of Agriculture, University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek, Proceedings, Opatija, Croatia, 456-460.
- Madić Milomirka, Paunović A., D. Knežević, V. Zečević (2009): Grain Yield And Yield Components Of Two-Row Winter Barley Cultivars And Lines. *Acta Agriculturae Serbica*. XIV, 27, 17-22.
- Madić Milomirka, Paunović A., Đurović D. (2005): Correlations and "Path" coefficient analysis for yield and yield components in winter barley. *Acta Agriculturae Serbica*. 10 (20): 3-9.
- Madić Milomirka, Snezana Tanaskovic, Miroslava Jovic, Ivana Stojanovic, Jelena Stojiljkovic (2011): Nitrogen fertilizer effects on grain weight per spike in winter barley (*Hordeum vulgare* L) lines. DOI:10.1556/Novenyterm.60.2011.Suppl.1.
- Maksimović, D., Knežević, D., Paunović, A., Mihajlija, G., Mihajlija Dušanka (1997): Oplemenjivački rad na ječmu u Centru za strna žita Kragujevac. *Selekcija i semenarstvo*, 4, 3-4, 66-73.
- Martiniello P., Delogy G., Odoardi M., Boggini G., Stanca A. M. (1987): Breeding progress in grain yield and selected agronomic characters of Winter barley (*H. vulgare* L.) over the last quarter of century. *Plant Breeding*, 99, 289-294.
- Milohnić J. (1972): Oplemenjivanje bila: Specijalni dio - Ratarske kulture (I). Sveučilište u Zagrebu, Poljoprivredni fakultet Zagreb.
- Nevo, E. (1992): Origin, evolution, population genetics and resources for breeding of wild barley, *Hordeum spontaneum*, in the Fertile Crescent. In: *Barley: Genetics, Biochemistry, Molecular Biology and Biotechnology*. Ed. Shewry, P.R. CAB International, pp. 19-44. Wallingford, UK.
- Paunović Aleksandar, Milomirka Madić, Desimir Knežević, Nikola Bokan (2007): Sowing density and nitrogen fertilization influences on yield components of barley. *Cereal Research Communications*. 35(2): 901-904.
- Paunović S. Aleksandar, Desimir Knežević and Milomirka Madić (2006): Genotype variations in grain yield of spring barley depending on sowing density. *Genetika*, 38(2): 107-115.
- Pržulj N., Momčilović Vojislava (1998): Novosadske sorte pivarskog ječma za proizvodne uslove Jugoslavije. Zbornik radova. Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, 30, 453-462.
- Pržulj N., Momčilović Vojislava, Đurić Veselinka (2000): Dobar tehnološki kvalitet i stabilan prinos - glavni pravci oplemenjivanja ječma u Novom Sadu. Zbornik radova. Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, 33, 151-162.
- Pržulj N., Momčilović V., Nožinić M., Jestrović Z., Pavlović M., Obrović B. (2010): Značaj i oplemenjivanje ječma i ovsa. Zbornik radova. Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, 47 (1), 33-42.
- Pržulj N., Momčilović Vojislava (1995): Oplemenjivanje pivarskog ječma. *Pivarstvo* 28:3-4: 161-163.
- Pržulj N., Momčilović Vojislava (2002): Novosadske sorte ječma za agroekološke uslove jugoistočne Evrope. Zbornik radova. Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, 36, 271-282.
- Sinha B. C., Saha B. C., and Roy R. P. (1985): Selection schemes in barley. *Genetika*, 40, 2. 107-118.

Stojanović Ž., Dodig D., Stanković S., Petrović R. (1998): Importance of six-rowed spike for increasing in genetic fertility potential of barley. *Breeding of Small Grains. Proceedings. Kragujevac*, 209-215.

MAJOR PARAMETERS IN BREEDING BARLEY (*Hordeum vulgare* L.) FOR YIELD AND QUALITY

Milomirka Madić¹, Desimir Knežević², Aleksandar Paunović¹

Abstract

Malting barley production is of high economic importance, given the fact that malt is a scarce product in the world market. Long-term barley breeding in the Republic of Serbia has resulted in the development of 124 cultivars characterised by a high genetic potential for yield and excellent quality. Breeding operations involved a particular ideotype designed and aspired by every breeder. The breeding and growing technology used should ensure that the cultivar assortment developed meets the stringent requirements of the malt-and-beer and feed industries through yield and quality. Irrespective of the intended uses of barley, main breeding objectives include increased stable grain yield, low protein levels in malting barley (below 11.5%) and high levels in forage barley (above 13%).

Key words: *barley, breeding, yield, quality*

¹Faculty of Agronomy, Cacak, Cara Dusana 32, 32000, Cacak, Serbia

²Faculty of Agriculture, Lesak, University of Pristina, Serbia