

Grain yield and quality of two-row winter barley cultivars on an acid soil

Prinos i kvalitet zrna ozimog dvoredog ječma na kiselom zemljištu

Vera ĐEKIĆ¹, Jelena MILIVOJEVIĆ¹, Milomirka MADIĆ^{2*}, Vera POPOVIĆ³, Snežana BRANKOVIĆ⁴, Vesna PERIŠIĆ¹ and Dragan TERZIĆ⁵

¹Small Grains Research Centre, Save Kovačevića 31, 34 000 Kragujevac, Serbia

²University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, 32 000 Čačak, Serbia,
*corresponding author: mmadic@kg.ac.rs

³Institute of Field and Vegetable Crops, Maxim Gorky St. 30, 21 000 Novi Sad, Serbia

⁴University of Kragujevac, Faculty of Science, Institute of Biology and Ecology, 34 000 Kragujevac, Serbia

⁵Institute for forage crops, Globoder bb, 37 000 Kruševac, Serbia

Abstract

The experiment was established at the experimental field of the Dr. Đorđe Radić Secondary School of Agriculture and Chemistry in Kraljevo (Serbia) during the 2010/11, 2011/12 and 2012/13 growing seasons. The objective of the research was to evaluate the effect of genotype and the environment on the grain yield of winter barley cultivars ('Jagodinac', 'Maksa', 'Rekord', 'NS 565' and 'NS 525'). The following characteristics were analysed: grain yield, 1,000 grain weight, test weight and plant height. The average grain yield of all cultivars in the 2010/11 growing season was significantly greater than in the following years, mostly as the result of highly favourable weather conditions at major stages of plant development. 'Jagodinac', 'NS 565' and 'NS 525' gave significantly higher grain yields in all years compared to 'Maksa' and 'Rekord'. Averaged across years, significantly higher values for 1,000 grain weight and test weight were found in 'NS 565' and 'Rekord', respectively. In all years, plant height was significantly greater in 'Jagodinac' than in the other cultivars. Different responses of cultivars to variable agroenvironmental conditions in terms of 1,000 grain weight and test weight require the use of a number of cultivars in the crop structure.

Keywords: barley, grain yield, quality characteristics

Izvod

Ogledi su izvedeni na oglednom polju srednje poljoprivredno-hemijske škole "Dr Đorđe Radić" u Kraljevu (Srbija) tokom vegetacionih sezona 2010/11, 2011/12 i 2012/13. Cilj rada je bio da se ispita uticaj vegetacione sezone na prinos i kvalitet zrna ozimih sorti ječma (Jagodinac, Maksa, Rekord, NS 565 i NS 525). Analizirane su sledeće osobine: prinos zrna, masa 1000 zrna, hektolitarska masa i visina stabla. Prosečan prinos zrna svih sorti u vegetacionoj sezoni 2010/11. bio je značajno veći u odnosu na naredne godine, uglavnom zbog veoma povoljnih vremenskih uslova, u najvažnijim fazama razvića. Sorte Jagodinac, NS 565 i NS 525 su u svim godinama ostvarile značajno veće prinose zrna od sorti Maksa i Rekord. Prosečno za sve godine, značajno veću masu 1000 zrna u odnosu na ostale sorte imala je sorta NS 565, dok je značajno veću hektolitarsku masu u odnosu na ostale imala sorta Rekord. Visina stabla sorte Jagodinac bila je u svim godinama značajno veća u odnosu na ostale sorte. Različita reakcija sorti na promenljive agroekološke uslove u pogledu mase 1000 zrna i hektolitarske mase nameće potrebu da u strukturi setve bude zastupljen veći broj sorti.

Ključne reči: ječam, osobine kvaliteta, prinos zrna

Detailed abstract

During the 2010/11, 2011/12 and 2012/13 growing seasons, five cultivars of winter barley ('Jagodinac', 'Maksa', 'Rekord', 'NS 565' and 'NS 525') grown at the experimental field of the Dr. Đorđe Radić Secondary School of Agriculture and Chemistry in Kraljevo (Serbia) were studied. The soil used in the trial was pseudogley having a very acid reaction (pH_{H2O} 5.42, pH_{KCl} 4.46), 2.19% organic matter, a very low level of readily available phosphorus (<10 mg*100⁻¹ g soil) and a moderate supply of readily available potassium (13-18 mg*100⁻¹ g soil). The climate of the region was characterized by variable precipitation and its uneven distribution across months. The experiment was laid out in a randomized block design with five replications and a plot size of 10 m² (5 m x 2 m). In all years, winter barley was sown in the second half of October at a row spacing of 12.5 cm and at 3 cm within the row. Along with primary tillage, 300 kg*ha⁻¹ complex NPK (8:24:16) was incorporated into the soil. A total of 60 kg*ha⁻¹ ammonium nitrate (AN, 34% N) was used for soil dressing. During the growing season, common cultural operations were used, without irrigation. The following traits were analyzed: grain yield, 1,000 grain weight, test weight and plant height. At full maturity, 20 plants were sampled per plot for plant height determination. Grain yield was measured for each plot and calculated as grain yield in t*ha⁻¹ at 14% grain moisture. Then, a sample was taken for 1,000 grain weight and test weight determination. Results were subjected to an analysis of variance using SAS/STAT software (SAS Institute, 2000).

As the result of favourable weather conditions i.e. sufficient amounts of precipitation at major stages of plant development and moderate temperatures at the end of the growing season, the average grain yield of all cultivars was significantly higher in 2010/11 than in 2012/13, whereas significantly lower yields were obtained in

2011/12. In all years, 'Jagodinac', 'NS565' and 'NS 525' produced significantly higher grain yields compared to 'Maksa' and 'Rekord'.

Averaged across cultivars, thousand grain weight and test weight were significantly greater in 2012/13 than in the previous years. Averaged across years, 1,000 grain weight was significantly greater in 'NS 565' than in the other cultivars. Regardless of year, 'Rekord' had significantly higher values for test weight compared to the other cultivars. Across years, there was considerable inconsistency in differences in both traits among the cultivars (cultivar x year interaction).

Plant height in all cultivars was significantly greater on average in 2010/11 than in the following years. In all years, 'Jagodinac' plants were significantly higher than the other cultivars.

The grain yield was in a positive correlation with the plant height as well as with the grains 1,000 weight. On the base of studied parameters the barley cultivars 'Jagodinac', 'NS565' and 'NS 525' was more tolerant to adverse chemical soil characteristics (low pH and low P₂O₅ content) and can be recommended as a suitable genotypes for barley production on acid soils, especially after liming of soil. Different responses of cultivars to variable agroenvironmental conditions, particularly in terms of major grain quality indicators, require the use of a number of cultivars in the crop structure.

Uvod

Ječam je jedna od najstarijih biljnih vrsta, koja je prošla značajne genetičke promene u procesu domestikacije. Tokom više hiljada godina gajenja ječma došlo je do promene njegove osnovne namene, tj. od osnovnog žita u ishrani ljudi do veoma važnog hraniva za životinje. Na kvalitet zrna ječma utiču genetički faktori i faktori spoljne sredine, kao i njihova međusobna interakcija. Iz tog razloga se ista sorta u pojedinim godinama, na osnovu sadržaja hranljivih materija u zrnu, može ponašati kao pivska ili krmna i na osnovu toga usmeriti za određenu namenu (Đekić i sar., 2017).

Poznato je da interakcija genotipa i spoljašnje sredine u velikoj meri ograničava efikasnost selekcije ukoliko se ona vrši samo na osnovu prosečnog prinosa. Veoma često istraživači izvode oglede u veoma širokom arealu, a svoju odluku zasnivaju pretežno na prosečnim vrednostima genotipa, zanemarujući interakciju (Dodig, 2000; Madić et al., 2014). Razni stresni abiotički faktori (visoke i niske temperature, suša, kisela i slana zemljišta) u raznim fazama razvoja ječma ograničavaju ispoljavanje maksimalnog potencijala za prinos zrna. Dužina i jačina stresa varira od lokaliteta do lokaliteta, kao i na istom lokalitetu iz godine u godinu. Retko kada se samo jedan stres ispolji samostalno, već biljke često rastu u uslovima kombinacije više stresova, što ocenu adaptabilnosti čini komplikovanijom (Mohamadi et al., 2013). Suša je postala osnovni ograničavajući faktor biljne proizvodnje u svetu, koja umanjuje prinose i u razvijenim poljoprivredama. Stres izazvan sušom je obično praćen i visokim temperaturama, što dodatno povećava njegov efekat (McCarthy et al., 2001). Globalne klimatske promene uslovljavaju sve toplija leta i sve blaže zime, što će u budućnosti pomerati datume setve i klasanja, kao i reone gajenja ječma. U Srbiji suša je prisutna skoro svake godine. Uz normalne zimske padavine, ozimi ječam uglavnom završi vegetaciju pre prvog prolećnog deficita vlage ili za završetak

vegetacije iskoristi vlagu nakupljenu tokom zimskih meseci (Al-Tabbal i Al-Fraihat, 2011).

Za postizanje visokog prinosa zrna ječma odgovarajućeg kvaliteta neophodno je odabrati odgovarajući sortiment, kao i obezbediti odgovarajuće uslove gajenja, odnosno tehnologiju proizvodnje. Tokom tri vegetacione sezone na jako kiselom zemljištu, kod pet sorti ozimog dvoredog ječma je analiziran prinos i osobine kvaliteta zrna, sa ciljem izbora najboljih sorti za manje povoljne agroekološke uslove.

Materijal i metod

Poljski ogledi su izvedeni na oglednom polju srednje poljoprivredno-hemijske škole "dr Đorđe Radić" u Kraljevu (43°43'00"N, 20°40'60"E, 198 m nadmorske visine) tokom tri vegetacione sezone (2010/11, 2011/12 i 2012/13) u uslovima suvog ratarenja, sa ciljem da se analizira prinos i kvalitet zrna.

Ogled je izveden na zemljištu tipa pseudoglej, nepovoljnih fizičkih osobina, lošeg vodno-vazdušnog režima uz čest nedostatak vode ili vazduha. Prema rezultatima agrohemijske analize zemljište je kisele reakcije (pH_{H2O} 5.42 i pH_{KCl} 4.46), siromašno humusom (2.19%), siromašno lako pristupačnim fosforom (<10 mg*100⁻¹ g zemljišta) i srednje obezbeđeno lako pristupačnim kalijumom (13-18 mg*100⁻¹ g zemljišta). Kao materijal za ogled je odabrano 5 sorti ozimog dvoredog ječma poreklom iz Centra za strna žita Kragujevac (Jagodinac, Maksa i Rekord) i Instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad (NS 565 i NS 525). Prema prosečnoj dužini vegetacionog perioda ranostasne sorte su Maksa, NS 565 i NS 525, a kasnostasne Jagodinac i Rekord.

Ogledi su postavljeni po šemi slučajnog rasporeda u pet ponavljanja. Površina elementarne parcele bila je 10 m² (5 m × 2 m). Predusev u svim sezonama je bio kukuruz. Setva je obavljena mašinski na međurednom rastojanju 12.5 cm i rastojanju u redu 3 cm. Zajedno sa jesenjom obradom u zemljište je uneto 300 kg*ha⁻¹ kompleksnog NPK đubriva (8:24:16). Početkom marta meseca u početnoj fazi intenzivnog porasta biljaka (vlatanja) primenjeno je 60 kg N*ha⁻¹ u obliku amonijum-nitrata (34% N). Neposredno pred žetvu sa svake parcele uzet je uzorak od 20 biljaka za određivanje visine stabla. Prinos zrna je meren za svaku parcelu i preračunat na prinos zrna u t*ha⁻¹ na bazi 14% vlage u zrnu, nakon čega je uzet uzorak za analizu mase 1000 zrna i hektolitarske mase.

Dobijeni rezultati obrađeni su analizom varijanse, upotrebom programa SAS/STAT (SAS Institute, 2000). Razlike srednjih vrednosti testirane su LSD-testom.

Meteorološki uslovi

Područje Kraljeva karakteriše umereno kontinentalna klima, sa neravnomernom raspodelom padavina po mesecima.

Na osnovu podataka meteorološke stanice u Kraljevu (43°43'N, 20°40'60"E, 215 m nadmorske visine) godine u kojima su izvedena istraživanja po meteorološkim uslovima razlikovale su se od višegodišnjeg proseka karakterističnog za ovo područje. Prosečna temperatura vazduha je bila viša od višegodišnjeg proseka za

0.4 °C u 2010/11. odnosno za 1.5 °C u 2012/13. dok je u 2011/12. bila niža za 0.2 °C u odnosu na višegodišnji prosek (Tabela 1).

Ukupne sume padavina bile su ispod višegodišnjeg proseka u vegetacionim sezonama 2010/11. i 2011/12., sa prilično neravnomernim rasporedom po mesecima. Vremenske uslove u vegetacionom periodu u 2011. i 2013. godini obeležila je visoka količina padavina u toku maja meseca, dok je količina padavina u aprilu bila znatno manja. Promenljivo i umereno toplo vreme, sa manje padavina od proseka, obeležio je jun 2011. i 2012. godine (Tabela 1).

Table 1. Precipitation sum and average monthly temperature in Kraljevo

Tabela 1. Srednje mesečne temperature vazduha i količina padavina u Kraljevu

Year Godina	Months/Meseci										Average Prosek
	10	11	12	1	2	3	4	5	6		
	Mean monthly air temperature (°C) Srednje mesečne temperature vazduha (°C)										
2010/11	9.2	11.1	2.7	0.3	0.6	6.6	12.2	15.6	20.4	8.7	
2011/12	10.4	3.2	3.3	-0.1	-4.2	8.8	12.7	16	23.1	8.1	
2012/13	13.7	9.1	0.4	2.6	4.1	6.5	13.8	17.7	20	9.8	
10-year average 10-god. prosek	11.5	6.2	1.4	-0.5	2.3	6.5	11.7	16.2	19.1	8.3	
	The amount of rainfall (mm) Količina padavina (mm)										
2010/11	93.6	34.1	64.9	28.1	59.2	48.9	37.1	82.9	71.7	520.5	
2011/12	30.4	1.7	63.7	107.1	54.9	24.5	69.1	105.5	17.8	474.7	
2012/13	56.7	11.1	97.6	56.2	75	76.1	41.1	123.4	96.1	633.3	
10-year average 10-god. prosek	53.1	55.7	54.8	44	42.8	44.7	65.1	74.9	86.5	521.6	

Temperaturna variranja u proseku su bila veća u trećoj u odnosu na prvu i drugu vegetacionu sezonu. Tokom izvođenja eksperimenta (2010-2013), razlike između

prosečnih vrednosti temperatura i višegodišnjeg proseka su bile najmanje u periodu od novembra do februara, dok su razlike u prvoj i drugoj godini bile najveće u aprilu i junu, a u trećoj godini u aprilu, maju i junu.

Rezultati i diskusija

Rezultati analize varijanse svih osobina ukazuju na postojanje značajnih razlika između godina, sorti kao i na njihov uzajamni uticaj na masu 1000 zrna i hektolitarsku masu (interakcija sorta/godina) (Tabela 2).

Prosečan prinos zrna svih sorti u 2010/11. godini ($5.446 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) bio je značajno veći u odnosu na 2012/13. godinu ($4.568 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), dok je značajno manji prinos u odnosu na ove godine ostvaren 2011/12. ($3.912 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) (Tabela 3). Sorte Jagodinac, NS 565 i NS 525 su u svim godinama ostvarile značajno veće prinose zrna od sorti Maksa i Rekord.

Table 2. Analysis of variance grain yield (GY), 1,000-grain weight (1,000 GW), test weight (TW) and plant height (PH) of winter barley cultivars

Tabela 2. Analiza varijanse prinosa zrna (PZ), mase 1000 zrna (MHZ), hektolitarske mase (HM) i visine biljke (VB) kod sorti ozimog ječma

Sources of variation Izvori varijacije	df SS	Mean squares Sredine kvadrata			
		GY ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) PZ	1,000 GW (g) MHZ	TW ($\text{kg}\cdot\text{hl}^{-1}$) HM	PH (cm) VB
Year Godina	2	14.711***	291.561***	8.461***	332.69***
Cultivar Sorta	4	0.857***	75.006***	6.569***	137.26***
Year/Cultivar Godina/Sorta	8	0.062 ^{ns}	27.438***	4.442***	13.17 ^{ns}

***F-test significant at 0.001; *F-test significant at 0.05; ^{ns}non-significant.

***F-test značajno na nivou $P < 0.001$; *F-test značajno na nivou $P < 0.05$; ^{ns}nije značajno.

Zahvaljujući povoljnim vremenskim uslovima, odnosno dovoljnim količinama padavina u najvažnijim fazama razvića, kao i umerenim temperaturama na kraju vegetacije, proizvodna 2010/11. bila je rekordna po prinosu ozimih sorti žita. U pogledu vremenskih uslova vegetaciona sezona 2011/12. bila je dosta nepovoljna; izražen deficit vode u zemljištu u periodu setve i nicanja, obilne padavine bile su u periodima koji su se poklapali sa osetljivim fazama razvoja, kao i visoke temperature u periodu nalivanja zrna i zrenja, što se odrazilo na sniženje prinosa i pogoršanje

kvaliteta zrna. Smanjenje prinosa zrna u trećoj godini u odnosu na prvu u najvećoj meri je posledica izrazito velike količine padavina u periodu od klasanja do zrenja.

Table 3. Mean values for grain yield (GY), 1,000-grain weight (1,000 GW), test weight (TW) and plant height (PH) of barley cultivars

Tabela 3. Srednje vrednosti prinosa zrna (PZ), mase 1000 zrna (MHZ), hektolitarske mase (HM) i visine biljke (VB) kod sorti ozimog ječma

		GY (t*ha ⁻¹)	1,000 GW (g)	TW (kg*hl ⁻¹)	PH (cm)
		PZ	MHZ	HM	VB
Years Godina	2010/11	5.446 ^a	50.446 ^b	68.58 ^b	76.2 ^a
	2011/12	3.912 ^c	45.79 ^c	68.62 ^b	68.9 ^c
	2012/13	4.568 ^b	52.56 ^a	69.61 ^a	72.8 ^b
Cultivar Sorta	Jagodinac	4.936 ^a	45.94 ^e	69.28 ^b	77.6 ^a
	Maksa	4.419 ^b	49.19 ^d	69.15 ^b	73.5 ^b
	Rekord	4.42 ^b	49.71 ^c	69.73 ^a	70.8 ^c
	NS565	4.827 ^a	52.04 ^a	68.16 ^c	70.4 ^c
	NS525	4.757 ^a	50.39 ^b	68.35 ^c	71 ^c

Means within columns followed by different lowercase letters are significantly different ($P < 0.05$) according to the LSD test.

Srednje vrednosti u kolonama obeležene različitim malim slovima značajno se razlikuju ($P < 0.05$) na osnovu LSD testa.

Uspeh proizvodnje ječma zavisi i od uticaja spoljašnje sredine - klimatskih faktora koji mogu da izazovu značajne gubitke u prinosu (Pržulj et al., 2013; Jelić i sar., 2014). Vrednost prinosa u sredinama sa različitim vodnim režimom pokazuje da je uticaj genotipa na prinos veći u sredinama sa manjim vodnim stresom. Zato za svaku sredinu u kojoj je prisutan efekat suše mora postojati poseban oplemenjivački program (Popović et al., 2011; Pržulj et al., 2013; Đekić et al., 2015). Variranja u temperaturi, količini padavina u periodu vegetacije odnosno sadržaj vode u zemljištu su najznačajniji uzroci nestabilnosti prinosa zrna ječma. U ekološkim uslovima Srbije, visoke temperature i deficit vode tokom juna meseca dovode do sniženja prinosa i pogoršanja tehnoloških osobina zrna i slada, tako da produženje vegetacije odnosno perioda nalivanja zrna uglavnom ne doprinosi povećanju prinosa (Pržulj, 2001). Sorte kraće vegetacije, naročito ozimog pivskog ječma, završavaju sintezu većeg dela suve materije pre početka sušnog perioda, ali imaju manji potencijal za prinos zbog pozitivne korelacije između dužine vegetacije i

prinosa zrna (Pržulj, 2001; Paunović et al., 2007; Đekić et al., 2011; Popović et al., 2011).

Table 4. Mean values for 1,000-grain weight (1,000 GW) and test weight (TW) of barley cultivars

Tabela 4. Srednje vrednosti mase 1000 zrna (MHZ), hektolitarske mase (HM) sorti ozimog ječma

		1,000-grain weight (g) Masa 1000 zrna	Test weight (kg*hl ⁻¹) Hektolitarska masa
2010/11	Jagodinac	44.88h*	68.83 ^{de}
	Maksa	50.59 ^d	68.67 ^{de}
	Rekord	51.12 ^d	68.68 ^{de}
	NS565	54.21 ^a	68.31 ^e
	NS525	49.24 ^{ef}	68.42 ^e
2011/12	Jagodinac	40.14 ⁱ	69.7 ^{bc}
	Maksa	44.69 ^h	69.71 ^{bc}
	Rekord	45.66 ^g	69.82 ^b
	NS565	48.84 ^f	66.32 ^g
	NS525	49.64 ^{de}	67.55 ^f
2012/13	Jagodinac	52.81 ^{bc}	69.32 ^{bcd}
	Maksa	52.28 ^c	69.07 ^{cde}
	Rekord	52.35 ^{bc}	70.72 ^a
	NS565	53.06 ^b	69.85 ^b
	NS525	52.28 ^c	69.07 ^{cde}

Means within columns followed by different lowercase letters are significantly different ($P < 0.05$) according to the LSD test.

Srednje vrednosti u kolonama obeležene različitim malim slovima značajno se razlikuju ($P < 0.05$) na osnovu LSD testa.

Manja visina stabla uslovljava i bolju otpornost na poleganje, što je naročito došlo do izražaja u vegetacionoj sezoni 2011/12, kada je velika količina padavina uticala na značajno smanjenje prinosa. Uz to, veći prinosi su delom i rezultat intenzivnije

selekcije u poslednjim decenijama, zbog potreba pивske industrije za visoko prinostim i kvalitetnijim dvoredim sortama. Pržulj (2001) navodi da u proizvodnim uslovima Srbije veće prinose ostvaruju sorte kraće vegetacije jer formiraju najveći deo suve materije pre pojave visokih temperatura. U periodu ovih istraživanja ječma nije bio izložen izrazito visokim temperaturama, tako da ranostasnost nije došla do potpunog izražaja.

Masa 1000 zrna, prosečno za sve sorte bila je najveća 2012/13. godine (52.56 g), značajno manja u 2010/11. (50.44 g) a najmanja u 2011/12. (45.79) (Tabela 3). Sorte su se međusobno značajno razlikovale u pogledu mase 1000 zrna. Prosečno za sve godine, najveću masu 1000 zrna imala je sorta NS 565 (52.04 g), zatim NS 525 (50.39 g), Rekord (49.71 g), Maksa (49.19 g) i Jagodinac (45.94 g). Međutim njihove razlike posmatrano po godinama nisu u potpunoj saglasnosti (interakcija sorta/godina). U prvoj godini sorte Maksa i Rekord nisu se značajno razlikovale, dok su u 2012/13 značajne razlike postojale samo između sorte NS 565 i sorti Maksa i NS 525 (Tabela 4). Vegetacioni period u 2012. godini u vreme nalivanja zrna obeležila je suša i visoke temperature što je uticalo na smanjenje mase 1000 zrna. Klimatski uslovi su naročito važni tokom nalivanja zrna, jer nedostatak vlage i visoke temperature tokom ovog perioda utiču na smanjenje mase 1000 zrna (Pržulj et al., 2014), što potvrđuju i rezultati ovih istraživanja. Na značajne razlike u masi zrna ječma u zavisnosti kako od godine, tako i od genotipa ukazali su i Đekić et al. (2017).

Hektolitarska masa je indikator kvaliteta zrna, naročito njegove monetarne vrednosti. Uglavnom se smatra da je zrno sa većom hektolitarskom masom boljeg kvaliteta u odnosu na zrno sa manjom vrednošću mase (Madić et al., 2014; Đekić et al., 2017). Prosečna vrednost hektolitarske mase zrna za sve sorte je bila značajno veća u 2012/13 (69.61 kg*hl^{-1}) u odnosu na prethodne godine (68.62 kg*hl^{-1} u 2011/12 odnosno 68.58 kg*hl^{-1} u 2010/11) (Tabela 3). Nezavisno od godine, sorta Rekord je imala značajno veću hektolitarsku masu (69.73 kg*hl^{-1}) u odnosu na sorte Jagodinac i Maksa (69.28 kg*hl^{-1} odnosno 69.15 kg*hl^{-1}), dok je značajno manja vrednost u odnosu na ostale zabeležena kod sorti NS 565 (68.16 kg*hl^{-1}) i NS 525 (68.35 kg*hl^{-1}). Međutim posmatrano po godinama, postoji prilična nesaglasnost u njihovim razlikama (interakcija sorta/godina). U prvoj godini između sorti nije bilo značajnih razlika u hektolitarskoj masi. U drugoj, sorta NS 565 je imala značajno nižu vrednost od sorte NS 525, ostale sorte su imale značajno veću hektolitarsku masu, dok je u trećoj sorta Rekord imala značajno veću hektolitarsku masu u odnosu na ostale sorte (Tabela 4).

Visina stabla predstavlja direktnu komponentu otpornosti na poleganje i indirektnu komponentu prinosa zrna i jedna je od važnijih agronomskih osobina u oplemenjivanju ječma (Madić et al., 2009). Najveću visinu stabla sve sorte su u proseku imale u 2010/11 godini (76.2 cm), značajno manju u 2012/13 (72.8 cm) a najmanju u 2011/12 (68.9 cm) (Tabela 3). Sorte Jagodinac je u svim godinama imala značajno veću visinu stabla (77.6 cm) od sorte Maksa (73.5 cm) dok su ostale sorte imale značajno manju visinu u odnosu na njih (NS 525 71 cm, Rekord 70.8 cm i NS 565 70.4 cm). Povoljniji uslovi u 2011. godini uslovili su veću prosečnu visinu stabla (76.2 cm) u odnosu na 2012. i 2013. godinu (68.9 cm i 72.8 cm). Visinu stabla u daljem oplemenjivanju ječma treba skratiti za oko 10-20 cm, a dalje promene treba usmeriti u pravcu debljine stabljike i iznalaženju anatomske strukture koja će obezbediti dovoljnu čvrstinu (Pržulj, 2001). Nove sorte ječma imaju značajno smanjenu visinu stabla,

naročito dvorede forme, koja se kod njih kreće se uglavnom od 60-80 cm (Dodig, 2000). Gubici u prinosu uzrokovani poleganjem kod ječma u nekim godinama mogu dostići i više od 65% (Jezowski et al., 2003).

Table 5. Coefficients of correlation among the traits analysed (n=75)

Tabela 5. Koeficijenti korelacije između analiziranih osobina (n=75)

	Grain yield Prinos	1,000-grain weight Masa 1000 zrna	Test weight Hektol. masa	Plant height Visina biljke
Prinos Grain yield		0.31**	-0.55	0.57***
1,000-grain weight Masa 1000 zrna			0.06	0.02
Test weight Hektolitarska masa				0.2

P<0.01; *P<0.001.

Prinos zrna bio je u pozitivnoj korelaciji sa visinom biljke ($r=0.57$; $P<0.001$) kao i sa masom 1000 zrna ($r=0.31$; $P<0.001$) (Tabela 5).

Analizirajući međuzavisnost prinosa zrna i visine stabla kod dvoredih i višeredih formi ječma Budakli Carpici and Celim (2012) i Ebrahim et al. (2015) navode da je njihova korelacija pozitivna i da se, u zavisnosti od ispitivanog materijala, kretala od slabe do jake. Nasuprot ovim autorima Jui et al. (1997) su ustanovili slabu negativnu korelaciju između prinosa zrna i visine stabla kod obe forme ječma. Na osnovu rezultata svojih istraživanja Momčilović and Pržulj (2008) zaključuju da, i ako nema direktne zavisnosti između visine stabla i prinosa, smanjenje visine stabla može da utiče na povećanje prinosa indirektno, preko povećanja mase 1000 zrna odnosno povećanja otpornosti prema poleganju.

Zaključak

Zahvaljujući veoma povoljnim vremenskim uslovima u najvažnijim fazama razvića prosečan prinos zrna svih sorti u 2010/11. godini bio je značajno veći u odnosu na 2012/13. godinu, dok je najmanji prinos u odnosu na ove godine ostvaren 2011/12. godine. Sorte Jagodinac, NS 565 i NS 525 su u svim godinama imale značajno veće prinose zrna od sorti Maksa i Rekord.

Masa 1000 zrna, kao i hektolitarska masa prosečno za sve sorte bile su značajno veće u 2012/13. godini, u odnosu na prethodne godine. Prosečno za sve godine, značajno veću masu 1000 zrna u odnosu na ostale sorte imala je sorta NS 565 (52.04 g).

Sorta Rekord je imala značajno veću hektolitarsku masu ($69.73 \text{ kg} \cdot \text{hl}^{-1}$) u odnosu na ostale sorte. Značajno veću visinu stabla sve sorte su imale u 2010/11 godini u odnosu na naredne godine. Sorta Jagodinac je u svim godinama imala veću visinu stabla od ostalih sorti. Različita reakcija sorti na promenljive agroekološke uslove u pogledu mase 1000 zrna i hektolitarske mase nameće potrebu da u strukturi setve bude zastupljen veći broj sorti.

Zahvalnica

Rad je nastao kao rezultat istraživanja u okviru projekata TR 31054 i TR 31092 koje finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- Al-Tabbal, J. A., Al-Fraihat, A. H. (2011) Genetic variation, heritability, phenotypic and genotypic correlation studies for yield and yield components in promising barley genotypes. *Journal of Agricultural Science*, 4 (3), 193. Available at: <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/jas/article/view/11771/9644>
- Budakli Carpici, E., Celim, N. (2012) Correlation and path coefficient analyses of grain yield and yield components in two-rowed of barley (*Hordeum vulgare* convar. *distichum*) varieties. *Notulae Scientia Biologicae*, 4 (2), 128-131. Available at: <https://notulaebiologicae.ro/index.php/nsb/article/view/7388/8423>
- Dodig, D. (2000) Morfološke i produktivne osobine hibrida dvoredog i šestoredog ječma u F4 i F5 generaciji. Master thesis. Beograd: Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet.
- Đekić, V., Milovanović, M., Glamočlija, Đ., Staletić, M. (2011) Urod i komponente uroda zrna kragujevačkih sorti ozimog ječma. In: Pospišil, M., Proceedings of the 46th Croatian and 6th International symposium on agriculture. Opatija, Croatia, February 14-18, 2011, Faculty of Agriculture, University of Zagreb, 601-604. Available at: http://sa.agr.hr/pdf/2011/sa2011_p0503.pdf
- Đekić, V., Milivojević, J., Popović, V., Branković, S., Jelić, M., Staletić, M., Perišić, V. (2015) Genetic potential and yield components of winter barley. In: Kovačević, D., Proceedings of the 6th International scientific agricultural symposium "Agrosym 2015". Jahorina, October 15-18, 2015, University of East Sarajevo, Faculty of Agriculture, 553-558.
- Đekić, V., Popović, V., Branković, S., Terzić, D., Đurić, N. (2017) Yield components and grain yield of winter barley. *Agriculture and Forestry*, 63 (1), 179-185 Available at: http://www.agricultforest.ac.me/paper.php?journal_id=201&id=2666
- Ebrahim, S., Shiferaw, E., Hailu, F. (2015) Evaluation of genetic diversity in barley (*Hordeum vulgare* L.) from Wollo high land areas using agromorphological traits and hordein. *African Journal of Biotechnology*, 14 (22), 1886-1896. Available at: <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/119835/109293>

- Jelić, M., Milivojević, J., Đekić, V., Paunović, A., Mandić, M., Dugalić, G. (2014) Uticaj kalcizacije i đubrenja na prinos i iskorišćavanje azota i fosfora biljkama ječma na zemljištima tipa pseudoglej. In: Stevović, V., Zbornik radova XIX Savetovanja o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem. Čačak, Srbija, March 7-8, 2014, Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet Čačak, 47-51.
- Jezowski, S., Surma, M., Krajewski, P., Adamski, T. (2003) Genotype-environment interaction of barley DH lines in terms of morphological and physical traits of the stem and the degree of lodging. *International Agrophysics*, 17, 57-60. Available at: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=DJ2012039663>
- Jui, P. Y., Choo, T. M., Ho, C. M., Konishi, T., Martin, R. A. (1997) Genetic analysis of a two row×six row cross of barley using DH lines. *Theoretical Applied Genetics*, 94, 549-556.
- Madić, M., Knežević, D., Paunović, A., Zečević, V. (2009) Inheritance of stem height and second-internode length in barley hybrids. *Genetika*, 41 (3), 229-231. Available at: <http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/0534-0012/2009/0534-00120903229M.pdf>
- Madić, M., Đurović, D., Knezević, D., Paunović, A., Tanasković, S. (2014) Combining abilities for spike traits in a diallel cross of barley. *Journal of Central European Agriculture*, 15 (1), 108-116. DOI: <https://dx.doi.org/10.5513/JCEA01/15.1.1419>
- McCarthy, J. J., Canziani, O. F., Leary, N. A., Dokken, D. J., White, K. S. (2001) *Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability: contribution of Working Group II to the third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Vol. 2)*. Cambridge: Cambridge University Press. Available at: http://hcl.harvard.edu/collections/ipcc/docs/27_WGIITAR_FINAL.pdf
- Mohamadi, M., Karimizadeh, R., Noorinia, A. A. (2013) Analysis of yield stability in multi-environments trials of barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes using AMMI model. *Current Opinion in Agriculture*, 2 (1), 20-24.
- Momčilović, V., Pržulj, N. (2008) Spring malting barley quality in semiarid conditions. In: Kobiljski, B., *Conventional and molecular breeding of field and vegetable crops*. Novi Sad, Serbia, November 24-27, 2008, 422-425.
- Paunović, A., Madić, M., Knezević, D., Bokan, N. (2007) Sowing density and nitrogen fertilization influences on yield components of barley. *Cereal Research Communications*, 35 (2), 901-904. DOI: <https://dx.doi.org/10.1556/CRC.35.2007.2.184>
- Popović, V., Glamočlija, Đ., Malešević, M., Ikanović, J., Dražić, G., Spasić, M., Stanković, S. (2011) Genotype specificity in nitrogen nutrition of malting barley. *Genetika*, 43 (1), 197-204. Available at: http://www.dgsgenetika.org.rs/abstrakti/vol43no1_rad17.pdf
- Pržulj, N. (2001) Cultivar and year effect on grain filling of winter barley. *Plant Breeding and Seed Science*, 45, 45-58.

Pržulj, N., Momčilović, V., Crnobarac, J. (2013) Path coefficient analysis of quality of two-row spring barley. *Genetika*, 45 (1), 21-30. Available at: <http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/0534-0012/2013/0534-00121301021P.pdf>

Pržulj, N., Momcilovic, V., Simic, J., Miroslavljevic, M. (2014) Effect of year and variety on barley quality. *Genetika*, 46 (1), 59-73. Available at: http://www.dgsgenetika.org.rs/abstrakti/vol46no1_rad8.pdf

SAS Institute (2000) User's guide, Version 9.1.3. Cary: SAS Institute Inc.