

UTICAJ MINERALNIH HRANIVA I KALCIZACIJE NA PRINOS I KOMPONENTE PRINOSA ZRNA JEČMA

Milomirka Madić¹, Miodrag Jelić², Desimir Knežević²,
Aleksandar Paunović¹, Dragan Đurović¹

Izvod: Poljski ogledi sa sortama ječma postavljani su sa ciljem da se analizira uticaj mineralnih đubriva i kalcizacije na prinos zrna i komponente prinosa na kiselom zemljištu. Istraživanja su obavljena na oglednom polju Srednje poljoprivredne škole u Kraljevu tokom 2012/13. godine, na zemljištu tipa pseudoglej, kisele reakcije (pH_{H2O} 4,8). Za ogled su odabrane dve sorte ozimog dvoredog ječma (rekord i jagodinac) i četiri varijante đubrenja (bez đubrenja, različiti odnosi N:P:K, sa ili bez kalcizacije). Primena mineralnih đubriva i kalcizacija uticali su na značajno povećanje vrednosti komponenti prinosa zrna, naročito broja klasova m⁻² i broja i mase zrna po klasu, tako da je i prinos zrna bio značajno veći na đubrenim varijantama. Kalcizacija zemljišta uticala je na značajno povećanje prinosa zrna u odnosu na povećane doze P, što se može povezati sa većom dostupnošću makro i mikroelemenata pri povećanju pH vrednosti zemljišta, odnosno imobilizacijom P u jako kiselom sredini. U gajenju ječma na jako kiselim zemljištima kalcizaciju bi, ukoliko je ekonomski prihvatljiva, trebalo primenjivati kako bi se pH vrednost povećala iznad nivoa suboptimalne (pH 5,0) i time u većoj meri realizovao njegov potencijal za prinos zrna.

Ključne reči: ječam, kiselina zemljišta, đubrenje, kalcizacija, prinos zrna

Uvod

Za postizanje visokog prinosa i kvaliteta zrna ječma (*Hordeum vulgare* L.) naročit značaj ima izbor odgovarajuće sorte, pravilna mineralna ishrana i povoljni vremenski uslovi tokom vegetacionog perioda. Od početka primene metoda planskog oplemenjivanja ječma prinos zrna se konstantno povećavao, što je u najvećoj meri rezultat poboljšanja metoda klasične selekcije i konvencionalnog oplemenjivanja, a u zadnjih nekoliko decenija i primene novih metoda molekularne biotehnologije. Zahvaljujući tome, nove ozime sorte ječma dostižu proizvodni potencijal za prinos zrna i preko 11 t ha⁻¹ (Pržulj i sar. 2010). Prinos zrna ječma i osobine kvaliteta su pod velikim uticajem negenetičkih faktora, najviše spoljne sredine: temperature i sadržaja vlage u toku nalivanja zrna (Passarella et al. 2005) i azotne ishrane (Pržulj and Momčilović, 2008; Marconi et al. 2010). Povećane količine mineralnih hraniva, naročito azota, prouzrokuju intenzivniji vegetativni rast, veći broj klasova m⁻², smanjenje broja zrna po klasu, uz promenljiv uticaj na masu zrna (Gonzales Ponce et al., 1993; Paunović et al. 2008).

Procenjuje se da je 30-40 % obradivog zemljišta u svetu kisele reakcije, odnosno da ima pH ispod 5,5 (von Uexkull and Mutert, 1995). Kiselost zemljišta, prema Granados et al., (1993), ograničava rast i razvoj biljaka na globalnom nivou na skoro 50% ukupnih

¹ Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (mmadic@kg.ac.rs);

² Univerzitet u Prištini sa sedištem u K. Mitrovici, Poljoprivredni fakultet, Kopaonička bb, Lešak, Srbija.

potencijalno obradivih površina. Zemljišta kisele reakcije odlikuju se uglavnom deficitom N, K, Ca, Mg i Mo, smanjenim sadržajem pristupačnog P, i povećanim koncentracijama toksičnih H, Al i Mn jona. Pored aktivnosti jona vodonika, rast biljaka je u velikoj meri ograničen prisustvom toksičnih elemenata, naročito Al i Mn, pri čemu je ograničavajući faktor za rast biljaka uglavnom toksičnost Al (Rao et al. 1993; Samac and Tesfaye 2003). Postoji velika varijabilnost u pogledu rezistentnosti na toksičnost Al između vrsta, kao i između sorti unutar vrsta. U grupi strnih žita ječam je najosetljiviji na toksičnost Al (Ma et al. 1997; Zhao et al. 2003).

Cilj rada je bio da se na kiselom zemljištu kod sorti ječma analizira uticaj primene mineralnih đubriva i kalcizacije na prinos zrna i komponente prinosa, i utvrdi njihova međuzavisnost.

Materijal i metode rada

Istraživanja su obavljena na oglednom polju Srednje poljoprivredne škole u Kraljevu tokom 2012/13. godine. Zemljište na kome je ogled postavljen pripada tipu pseudogleja, veoma je loših fizičkih osobina, kisele reakcije (pH_{H_2O} 4,8), sa sadržajem humusa 2.2 %, P_2O_5 7,6 mg 100 g⁻¹ i K_2O 15 mg 100 g⁻¹. Za istraživanja su odabrane sorte ozimog dvoredog ječma rekord i jagodinac i različite varijante đubrenja (tabela 1).

Tabela 1. Količine čistih hraniva primenjenih u ogledu
Table 1. Nutrient rates applied in the trial

Varijante đubrenja <i>Fertilisation treatments</i>	Količina hraniva (kg ha ⁻¹) <i>Nutrient rate (kg ha⁻¹)</i>			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaCO ₃
Neđubreno/ <i>Unfertilised</i>	0	0	0	0
I	120	80	53	0
II	120	160	53	0
III	120	80	53	5.000

Ogled je postavljen po slučajnom blok sistemu u tri ponavljanja, sa veličinom elementarne parcele 5 m² (5 x 1 m). Na ogledu su primenjena kompleksna NPK đubriva (8:24:16), superfosfat (17% P₂O₅) a kao azotno u prihrani amonijum - nitrat (34,4% N). Ukupne količine fosfornih i kalijumovih đubriva, zajedno sa jednom trećinom azota, rasturene su ručno, po površini oranja, pred predsetvenu pripremu zemljišta. Na varijantama sa kalcizacijom, u isto vreme je rasturena i odmerena količina krečnog đubriva Njival Ca (98,5 % CaCO₃). Setva je obavljena malom mehaničkom sejalicom u drugoj dekadi oktobra na međurednom rastojanju 12,5 cm i 3 cm u redu. Preostala količina azota upotrebljena je u jednoj prihrani rano u proleće.

U fazi pune zrelosti na svakoj parceli je određen broj klasova m⁻² i uzet uzorak od 30 biljaka za određivanje visine biljke (primarnog stabla), dužine klasa, broja zrna po klasu, mase zrna po klasu i mase primarnog stabla. Nakon žetve izmeren je prinos zrna, sa elementarne parcele i preračunat na prinos u kg ha⁻¹ sa udelom vode 14%. Dobijeni rezultati obrađeni su analizom varijanse, upotrebom SPSS softvera (1995). Pojedinačne razlike srednjih vrednosti testirane su LSD-testom. Međuzavisnost prinosa i komponenti prinosa izražena je koeficijentom proste korelacije.

Rezultati istraživanja i diskusija

Sorta rekord je, nezavisno od primenjenih đubriva, imala značajno veće vrednosti svih osobina od sorte jagodinac, osim za prinos zrna (tabela 2). Značajno veću visinu biljke obe sorte su imale na III varijanti u odnosu na neđubrenu varijantu, dok su dužina klasa i broj zrna po klasu na svim varijantama značajno veći u odnosu na neđubrenu varijantu. Najmanju masu zrna po klasu sorte su imale na varijanti bez đubrenja, značajno veću na I i II i najveću na III, dok je broj klasova m⁻² bio najmanji na kontrolnoj i varijanti I, značajno veći na II i najveći na III varijanti. Razlike u prinosu zrna su, kod obe sorte, značajne između svih varijanti: najmanji prinos je ostvaren na neđubrenoj varijanti, a najveći na varijanti III.

Tabela 2. Srednje vrednosti za visinu stabla (VS), dužinu klasa (DK), broj zrna po klasu (BZK), masu zrna po klasu (MZK), broj klasova po jedinici površine (BK) i prinos zrna (PZ), sorti ječma pri različitim varijantama đubrenja (varijante date u tabeli 1)

Table 2. Mean values for stem height (SH), spike length (SL), grain number per spike (GNS), grain weight per spike (GWS), spike number (SN) and grain yield (GY) of barley cultivars in different fertilisation treatments (treatments indicated in Table 1)

		VS SH (cm)	DK SL (cm)	BZK GNS	MZK GWS (g)	BK SN (m ⁻²)	PZ GY (kg ha ⁻¹)
Sorta Cultivar (A)	REKORD	114.8a	10.2a	44.7a	1.92a	463a	4396a
	JAGODINAC	101.2b	8.5b	36.6b	1.18b	312b	4007a
Đubrenje Fertilisation (B)	0	96.3b	7.8b	30.6b	0.96c	297c	2045d
	I	105.5ab	9.6a	43.7a	1.51b	311c	4029c
	II	111.9a	9.6a	43.5a	1.50b	388b	4918b
	III	110.9a	9.3a	43.1a	1.84a	565a	5829a
ANOVA	A	**	**	**	**	**	ns
	B	*	**	**	**	**	**
	AB	ns	**	ns	ns	ns	ns

Srednje vrednosti po kolonama za sorte i varijante đubrenja koje su označene istim malim slovom ne razlikuju se značajno na nivou 95% na osnovu LSD-testa / Mean values designated with the same lowercase letter are not significantly different at the 95% level according to the LSD test

** F –test značajan na nivou 0.01; * F –test značajan na nivou 0.05; ns nije značajno

** F-test significant at 0.01; * F-test significant at the 0.05 level; ns non-significant

Povećanje prinosa zrna kod novih sorti ječma, prema Grausgruber et al. (2002), je u najvećoj meri posledica povećanog broja klasova m⁻², neznatnog povećanja mase 1000 zrna i u vrlo malom obimu povećanog broja zrna po klasu. Upoređujući prinose zrna sorti dvoredog ječma u proteklih 150 godina u Argentini, Abeledo et al. (2003) su utvrdili da je osnovna komponenta koja objašnjava genetičku dobit u potencijalu za prinos u zadnjih nekoliko decenija broj zrna po jedinici površine, koji je uglavnom postignut povećanjem broja klasova m⁻², bez obzira na broj cvetova po klasu. Povećanje prinosa zrna, je prema istim autorima, uglavnom povezano sa povećanjem ukupne biomase, uz nepromenjeni

žetveni indeks. Prinos zrna se u proseku za obe sorte primenon NPIK (I varijanta) povećao skoro dva puta u odnosu nedubrenu varijantu; samo povećanjem doze P prinos zrna se povećao 22,1% (I-II varijanta), a kalcizacijom čak 44,7% (I-III varijanta). Izraženija reakcija sorti na kalcizaciju u odnosu na povećano đubrenje P može se povezati sa imobilizacijom P u jako kiseloj sredini. Sorta rekord je jače reagovala na primenu kalcizacije tako da je njen prinos na III varijanti veći od sorte jagodinac za preko 1000 kg ha⁻¹. Prema Römer and Schenk (1998) genotivi ječma se razlikuju u pogledu osetljivosti na sadržaj fosfora (P) u zemljištu, čija je dostupnost na kiselim zemljištima daleko manja. Do sličnih zaključaka, na osnovu rezultata svojih istraživanja došli su i Gahoonia and Nielsen (2004), koji takođe navode da između genotipova ječma postoje razlike u sposobnosti da usvajaju P.

Koeficijenti korelacije između prinosa zrna i komponenti prinosa, kao i između samih komponenti prinosa imali su značajne pozitivne vrednosti na nivou $P \leq 0.01$, osim između prinosa zrna i dužine klasa ($P \leq 0.05$) (tabela 3). Prinos zrna je bio u najjačoj korelaciji sa brojem klasova m⁻² ($r=0,72$), masom zrna po klasu ($r=0,68$) i brojem zrna po klasu ($r=0,63$).

Tabela 3. Korelacioni koeficijenti između prinosa zrna (PZ), visine biljke (VB), dužine klasa (DK), broja zrna po klasu (BZK), mase zrna po klasu (MZK), i broja klasova m⁻² (BK)
 Table 3. Coefficients of correlation between grain yield (GY), plant height (PH), spike length (SL), grain number per spike (GNS), spike number m⁻² (SN)

	VB PH	DK SL	BZK GNS	MZK GWS	BK SN
DK-SL	0.85**				
BZK-GNS	0.89**	0.93**			
MZK-GWS	0.81**	0.88**	0.71**		
BK-SN	0.54**	0.55**	0.58**	0.75**	
PZ-GY	0.43*	0.41*	0.63**	0.68**	0.72**

*značajno za $P \leq 0.05$; **značajno za $P \leq 0.01$

*significant at $P \leq 0.05$; **significant at $P \leq 0.01$

Značajna pozitivna korelacija između broja zrna po klasu i mase primarnog klasa ($r=0,85$) je u saglasnosti sa rezultatima Fischer (1985) koji navodi da je broj zrna po jedinici biomase konstantan za genotip u širokom opsegu variranja spoljašnjih faktora. U vezi sa time Wallace and Zobel (1994) navode da spoljna sredina može modifikovati ekspresiju komponenti prinosa, menjajući na taj način prinos i relativan doprinos komponenti prinosa prinosu zrna.

Zaključak

Primena mineralnih đubriva i kalcizacija uticali su na značajno povećanje vrednosti komponenti prinosa zrna, naročito broja klasova m⁻² i broja i mase zrna po klasu, tako da je i prinos zrna bio značajno veći na đubrenim varijantama. Kalcizacija zemljišta uticala je na povećanje prinosa zrna u odnosu na povećane doze P, što se može povezati sa većom dostupnošću makro i mikroelemenata pri povećanju pH vrednosti zemljišta, odnosno imobilizacijom P u jako kiseloj sredini. U gajenju ječma na jako kiselim zemljištima kalcizaciju bi, ukoliko je ekonomski prihvatljiva, trebalo primenjivati kako bi se pH

vrednost povećala iznad nivoa suboptimalne (pH 5,0) i time u većoj meri realizovao njegov potencijal za prinos zrna.

Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekata TR 031054 i TR 031092 koje finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- Abeledo L.G., Calderini D.F., Slafer G.A. (2003). Genetic improvement of barley yield potential and its physiological determinants in Argentina (1944-1998). *Euphytica*, 130, 325-334.
- Fischer R.A (1985). Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. *J. Agric. Sci.*, 105, 447-461.
- Gonzales Ponce, R., Mason, S.C., Salas, M.L., Sabata R.J., Herce, A. (1993). Environment, seed rate, and N rate influence on yield of winter barley. *Fertilizer Research*, 34(1), 59-65.
- Granados G., S. Pandey, H. Ceballos (1993). Response to selection for tolerance to acid soils in a tropical maize population. *Crop Sci.* 33: 936-940.
- Grausgruber H., Bointner H., Tumpold R., Ruckenbauer P. (2002). Genetic improvement of agronomic and qualitative traits of spring barley. *Plant Breeding*, 121, 411-416.
- Ma J. F., S. J. Zheng, X. F. Li, K. Takeda, H. Matsumoto (1997). A rapid hydroponic screening for aluminium tolerance in barley. *Plant and Soil*, 191, 133-137.
- Marconi O., Sileoni V., Sensidoni M., Rubio J.M.A., Perretti G., Fantozzi P. (2010). Influence of barley variety, timing of nitrogen fertilisation and sunn pest infestation on malting and brewing. *J. of the Science of Food and Agriculture*, 91, 820-830.
- Passarella V.S., Savin R., Slafer G.A. (2005). Breeding effects on sensitivity of barley grain weight and quality to events of high temperature during grain filling. *Euphytica*, 141, 41-48.
- Paunović, S. A., Madić, M., Knežević, D., Biberdžić, M. (2008). Nitrogen and seed desity effects on spike length and grain weight per spike in barley. *Cereal Research Communications*, 36, 75-78.
- Pržulj N., Momčilovic V. (2008). Cultivar x year interaction for winter malting barley quality traits. *In: Kobiljski B. (Ed.) Conventional and Molecular Breeding of Field and Vegetable Crops*, pp 418-421, Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad, Serbia, November, 2008. 24-27.
- Pržulj N., Momčilović V., Nožinić M., Jestrović Z., Pavlović, M., Obrović B. (2010). Značaj i oplemenjivanje jecma i ovsa. *Ratarstvo i povrtarstvo*, 47(1), 33-42.
- Rao M.I., R.S. Zeigler, R. Vera, S. Sarkarung (1993). Selection and breeding for acid soil tolerance in crop. *BioScience*, 43, 454-465.
- Samac A., Tesfaye M. (2003). Plant improvement for tolerance to aluminium in acid soils – a review. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 75, 189-207.
- Römer W, Schenk H. (1998). Influence of genotype on phosphate uptake and utilization efficiencies in spring barley. *European Journal of Agronomy*. 8:215-224.

- von Uexkull H.R. and Murtert E. (1995). Global extent, development and economic impact of acid soils. *Plant and Soil*, 171, 1-15.
- Wallace, D.H., Zobel, R.W., (1994). Whole-system research complements reductive research, In: Pessaraki, M. (Ed.), *Handbook of Plant and Crop Physiology*. Marcel Dekker, New York, 833–848.
- Zhao Z., Ma J.F., Sato K., Takeda K. (2003). Differential Al resistance and citrate secretion in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Planta*, 217, 794-800.
- Gahoonia T.S., Nielsen N.E. (2004). Root traits as tools for creating phosphorus efficient varieties. *Plant and Soil*, 260, 47-57.

EFFECT OF MINERAL NUTRIENTS AND LIMING ON GRAIN YIELD AND YIELD COMPONENTS OF BARLEY

*Milomirka Madić¹, Miodrag Jelić², Desimir Knežević²,
Aleksandar Paunović¹, Dragan Đurović¹*

Abstract

Field trials involving barley varieties were established to analyse the effect of mineral fertilisation and liming on grain yield and yield components on an acidic soil. The research was conducted at the experimental field of the Secondary School of Agriculture, Kraljevo in 2012/13 on a pseudogley with an acidic reaction (pH_{H2O} 4.8). The trial included two two-row winter barley cultivars ('Record' and 'Jagodinač') and four fertilisation treatments (unfertilised control, different N:P:K ratios, with or without liming). The use of mineral fertilisers and liming led to a significant increase in grain yield components, particularly number of spikes m⁻², number of kernels per spike and kernel weight per spike, thus resulting in a significantly higher grain yield in fertilised treatments. Liming had a significant effect on grain yield compared to increased P rates, which may be attributable to increased availability of macro- and microelements at increasing soil pH i.e. P immobilisation in a very acidic environment. When growing barley on very acidic soils, liming should be used, if it is economically feasible, to increase pH above the suboptimal value (pH 5.0) and, accordingly, largely contribute to the realisation of its grain yield potential.

Key words: barley, acidic soils, fertilisation, liming, grain yield

¹ University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia (mmadic@kg.ac.rs);

² University of Priština based in K. Mitrivica, Faculty of Agriculture, Kopaonička bb, Lešak, Serbia.