

PRINOS ZRNA RAZLIČITIH SORTI PŠENICE U ORGANSKOJ PROIZVODNJI U ZAVISNOSTI OD RIZOSFERNE MIKROFLORE

Svetlana Roljević Nikolić¹, Gorica Cvijanović², Jelena Marinković³

Izvod: Cilj rada je ispitivanje produktivnosti različitih sorti pšenice u zavisnosti od rizosferne mikroflore u uslovima organske tehnologije gajenja. Najveći prinos zrna u prvoj godini zabeležen je kod sorte krupnika, a u drugoj godini kod sorte obične meke pšenice kod koje je ustanovljeno i veće variranje prinosa u poređenju sa ispitivanim sortama alternativnih vrsta pšenice. Najmanji prinos zrna ustanovljen je kod sorte tvrde pšenice, Dolap, kod koje je zabeležen najmanji broj ispitivanih grupa mikroorganizama. Testiranjem značajnosti regresionog modela ustanovljeno je postojanje statistički značajne promene prinosa pšenice u zavisnosti od brojnosti *Azotobakter*-a ($r=0,76$), ali ne i od ukupnog broja mikroorganizama ($r=0,24$).

Ključne reči: alternativne vrste, mikroorganizmi, organska proizvodnja

Uvod

Iz socialnih, kulturnih ili jednostavno ekonomskih razloga neke vrste roda *Triticum* kao što su *Triticum spelta* L, *Triticum durum* L, *Triticum monococcum* L, *Triticum dicocum* i mnoge druge postaju sve više interesantne. Nekada su se ove vrste bile veoma zastupljene u strukturi gajenja i svakodnevnoj upotrebi, ali su ih zahtevi za visokim prinosisima i stvaranje modernih sorti gajenih biljaka potisnuli u zaborav. Međutim, danas se one ponovo vraćaju u upotrebu i dobijaju imidž ekskluzivne i moderne hrane za koju su pronicljivi potrošači spremni da plate višu cenu nego za druge proizvode od savremenih sorti žita. Iz razloga što nemaju svakidašnju upotrebu, gaje se na veoma malim površinama, imaju specifična kvalitativna svojstva i namenu, ova žita se nazivaju i *alternativnim ili nedovoljno korišćenim vrstama*. Najčešće se povezuju sa alternativnim poljoprivrednim sistemima kakva je i organska poljoprivredna proizvodnja. Prema dosadašnjim ispitivanjima alternativne vrste i sorte žita najčešće daju manje prinose u poređenju sa komercijalnim sortama (Kovačević et al., 2014; Roljević, 2014), ali sa druge strane imaju druge prednosti, kada je u pitanju namena i kvalitet.

Produktivnost svih gajenih biljaka zavisi od plodnosti zemljišta. Glavni oslonac za biljnu organsku proizvodnju predstavljaju različite vrste organskih đubriva, koje povećanjem sadržaja organske materije u zemljištu doprinosi popravljaju njegove strukture i mehaničkog sastava (Six et al., 2004). Veći sadržaj organske materije u zemljištu obezbeđuje povoljne uslove za život velikom broju korisnih mikroorganizama koji imaju važnu ulogu u kruženju mineralnih materija i neophodan su činilac plodnosti i produktivnosti zemljišta (Milošević i Govedarica, 2001). Zbog toga je primena mikrobnih

¹Institut za ekonomiku poljoprivrede, ulica Volgina br. 15, 1160 Beograd, Srbija, tel: +381 11 6972-842, fax: +381 11 6972-848, e-mail: svetlana_r@iep.bg.ac.rs;

²Fakultet za biofarming, Univerzitet „Dzon Nezbit“, Maršala Tita 39,24300 Bačka Topola, Srbija

³Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija;

preparata, kao što su biofertilizatori, u organskoj poljoprivredi od velikog značaja. Biofertilizatori su preparati koji sadrže odabrane kulture mikroorganizama koji se koriste kako bi se intenzivirali određeni mikrobiološki procesi kojima se povećava sadržaj hraniva pristupačnih za biljku (Jarak i Čolo, 2007), zatim otpornost prema nekim prouzročivačima bolesti i pomoću kojih se može obezbediti oko 25% ukupnih potreba za azotom (Noreen and Noreen, 2014). Pripadnici roda *Azotobacter* utiču na povećanje prinosa svih poljoprivrednih biljnih kultura od 10-12% (Jaga and Singh, 2011), a noričito značajnu ulogu imaju u povećanju prinosa pšenice (Noreen and Noreen, 2014).

Materijal i metode rada

U ispitivanju je korišćena metoda slučajnog blok sistema u četiri ponavljanja. Eksperimentalni ogled je realizovan na „Radmilovcu“ (44°45'N, 20°35'E Beograd) eksperimentalnom školskom dobru Poljoprivrednog fakulteta u Zemunu. Ispitivanje je obavljeno u toku dve sezone, 2009/10 i 2010/11. godine, u poljskim uslovima, na beskarbonatnom černozeu. Organska tehnologija gajenja ozime pšenice uključivala je konvencionalnu obradu zemljišta, đubrenje organskim i mikrobiološkim đubrivom bez hemijske zaštite useva i četiri sorte različitih vrsta ozime pšenice. Smena useva u četvoropoljnom plodoredu bila je sledeća kukuruz - ozima pšenica - jari ječam +crvena detelina - crvena detelina.

U ispitivanje su bile uključene tri sorte različitih alternativnih vrsta pšenice (*Triticum aestivum* ssp. *spelta* – sorta Nirvana, *Triticum durum* – sorta Dolap, *Triticum aestivum* ssp. *compactum* – sorta Bambi) i jedna sorta obične meke pšenice (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare* – sorta NS 40S), selekcionisana, pre svega, za intenzivnu, konvencionalnu, proizvodnju.

Setva je obavljena ručno, krajem druge dekade oktobra meseca. Korišćeno je originalno seme Zavoda za strna žita iz Novog Sada.

Za održavanje i povećanje biološke plodnosti zemljišta ispitivane su dve varijante đubrenja: (1) đubrenje samo mikrobiološkim đubrivom u prihranjivanju (5 l ha⁻¹), (2) đubrenje biohumusom (3 t ha⁻¹) i mikrobiološkim đubrivom u prihranjivanju (5 l ha⁻¹); (0) kontrola-bez primene đubriva.

Uzorkovanje zemljišta za mikrobiološke analize vršeno je u proleće, posle prihranjivanja useva, na kraju fenofaze vlatanja. Analize biogenosti zemljišta vršene su u mikrobiološkoj laboratoriji Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu:

- ukupna brojnost zemljišnih mikroorganizama - metodom agarnih ploča sa zemljišnim ekstraktom (Pochon and Tardieux, 1962), iz 10⁻⁷ razređenja;
- brojnost *Azotobacter* spp. - na podlozi Fjodora sa manitnom metodom 25 fertilnih kapi (Anderson, 1965), iz 10⁻¹ razređenja;

Zasejane podloge inkubirane su na temperaturi od 28°C. Period inkubacije za ukupan broj mikroorganizama iznosio je sedam dana i za *Azotobacter* 24 časa. Nakon inkubacije izbrojane su kolonije i broj je preračunat na gram suvog zemljišta (Wollum, 1982).

Kombajniranje je obavljeno specijalnim žitnim kombajnom, prilagođenim za žetvu manjih oglednih parcelica. Prinos zrna je meren sa cele elementarne parcele, preračunat na 14 % vlage i izražen u kg ha⁻¹.

Obrada podataka vršena je u statističkom paketu Statistica V5.5. Korišćena je metoda analize varijanse (F test) za dvofaktorijalne ogledе, a značajnost razlika između tretmana testirana je LSD testom na nivou značajnosti $p < 0,01$ i $p < 0,05$. Za ispitivanje zavisnosti prinosa zrna ozime pšenice od rizosferne mikroflore, korišćena je metoda regresione analize.

Rezultati istraživanja i diskusija

Analiza varijanse prinosa zrna na osnovu LSD testa pokazala je da glavni izvori varijacije (sorte i đubrenje) kao i njihova interakcija imaju veoma značajan uticaj na produktivnost pšenice u uslovima organske proizvodnje. Ispitivane vrste i sorte pšenice raspolažu različitim potencijalom za rodnost te su i dobijene razlike u prinosu zrna među njima uglavnom statistički značajne (tabela 1 i tabela 2). Najveći prinos zrna u prvoj godini, koja je imala nešto nepovoljnije agrometeorološke činioce, zabeležen je kod krupnika, sorta Nivana, (3.714 kg ha^{-1}), dok je u godini sa povoljnijim vremenskim prilikama (2010/11) najveći prinos zrna zabeležen kod konvencionalne sorte obične meke pšenice NS 40S (5.170 kg ha^{-1}). Pored toga, kod sorte namenjene konvencionalnim uslovima proizvodnje zabeleženo je i najveće variranje prinosa. Najmanji prinos dobijen je kod sorte tvrde pšenice, Dolap (1.853 kg ha^{-1} i 3.138 kg ha^{-1}), kod koje je u obe godine ispitivanja konstatovan najmanji ukupni broj mikroorganizama, kao i najmanji broj *Azotobacter*-a (tabela 3).

Efekti primene đubriva na prinos prikazani su u tabeli 1. U proseku, povećanje prinosa na varijanti sa kombinovanom primenom đubrivom iznosilo je 48,5% i 41,7% u prvoj i drugoj godini, respektivno. Rezultati o pozitivnom delovanju kombinovane primene organskog đubriva i biofertilizatora na prinos pšenice saopšteni su velikom broju naučnih radova (Ahmed et al., 2011, Mohammed et al., 2012). Na varijanti sa samostalnom primenom mikrobiološkog đubriva prinos zrna u prvoj godini je bio nešto manji u poređenju sa kontrolom, dok je u drugoj godini primena ovog preparata značajno povećala prinos zrna, tačnije za 24%. Ispitivanja drugih autora takođe ukazuju na pozitivan uticaj biofertilizatora na prinos zrna pšenice (El-Razek and El-Sheshtawy, 2013; Kachroo and Razdan, 2006).

Tabela 1. Prosečni prinos zrna (kg ha^{-1}) ispitivanih vrsta/sorti pšenice u periodu 2009/10-2010/11.

Table 1. Average yield (kg ha^{-1}) of tested species/varieties of wheat during the period 2009/10-2010/11.

Godina Year	Vrste/sorte pšenice (A) Species/variety of wheat	Tretmani (B)/Fertilization			Prosek (A) Average
		B ₀	B ₁	B ₂	
2009/10	<i>T. aestivum</i> ssp. <i>vulgare</i> -NS 40S	2.021	2.333	2.372	2.242
	<i>Triticum durum</i> -Dolap	1.563	1.835	2.161	1.853
	<i>T. aestivum</i> ssp. <i>compactum</i> -Bambi	1.649	1.659	3.007	2.105
	<i>Triticum spelta</i> -Nirvana	2.988	3.490	4.664	3.714
	Prosek/Average (B)	2.055	1.942	3.051	
2010/11	<i>T. aestivum</i> ssp. <i>vulgare</i> -NS 40S	4.264	5.575	5.671	5.170
	<i>Triticum durum</i> -Dolap	2.213	2.882	4.321	3.138
	<i>T. aestivum</i> ssp. <i>compactum</i> -Bambi	3.454	3.994	4.113	3.854
	<i>Triticum spelta</i> -Nirvana	4.002	4.899	5.636	4.846
	Prosek/Average (B)	3.483	4.338	4.935	

Tabela 2. Analiza varijanse prinosa zrna
 Table 2. Analysis of variance of yield grain

Godina / Year		2009/10			2010/11		
Faktor / Factor		A	B	AB	A	B	AB
F test		***	***	***	***	***	ns
LSD	0,05	195,80	276,19	391,60	337,22	476,90	-
	0,01	268,53	379,75	537,05	462,47	654,03	-

Tabela 3. Ispitivani parametri biogenosti zemljišta
 Table 3. The tested parameters of soil biogeny

Godina Year	Vrste/sorte pšenice Species/variety of wheat	Tretmani / Fertilization			Prosek Average
		B ₀	B ₁	B ₂	
Ukupni broj mikroorganizama (10 ⁷ /g zemljišta) u rizosferi ispitivanih vrsta/sorti pšenice u periodu 2009/10-2010/11. / The total number of microorganisms (10 ⁷ /g soil) in the rhizosphere tested species/varieties of wheat during the period 2009/10 - 2010/11.					
2009/10	<i>T. aestivum</i> ssp. <i>vulgare</i> -NS 40S	296,40	208,65	319,20	274,75
	<i>Triticum durum</i> -Dolap	206,60	298,60	297,80	267,67
	<i>T. aestivum</i> ssp. <i>compactum</i> -Bambi	305,35	355,45	369,75	343,52
	<i>Triticum spelta</i> -Nirvana	246,90	228,30	343,45	272,88
2010/11	<i>T. aestivum</i> ssp. <i>vulgare</i> -NS 40S	453,70	477,20	449,70	460,20
	<i>Triticum durum</i> -Dolap	191,40	220,40	225,20	212,33
	<i>T. aestivum</i> ssp. <i>compactum</i> -Bambi	411,50	378,30	428,20	406,00
	<i>Triticum spelta</i> -Nirvana	253,20	268,20	281,00	267,47
Brojnost roda <i>Azotobacter</i> (10 ¹ /g zemljišta) u rizosferi ispitivanih vrsta/sorti pšenice u periodu 2009/10-2010/11. / The number of <i>Azotobacter</i> (10 ¹ /g soil) in the rhizosphere of tested species/varieties of wheat during the period 2009/10-2010/11.					
2009/10	<i>T. aestivum</i> ssp. <i>vulgare</i> -NS 40S	127,15	130,40	145,45	134,33
	<i>Triticum durum</i> -Dolap	108,35	128,70	118,90	118,65
	<i>T. aestivum</i> ssp. <i>compactum</i> -Bambi	145,20	136,95	180,50	154,22
	<i>Triticum spelta</i> -Nirvana	131,40	149,90	157,15	146,15
2010/11	<i>T. aestivum</i> ssp. <i>vulgare</i> -NS 40S	180,60	160,90	182,80	174,77
	<i>Triticum durum</i> -Dolap	111,50	136,70	122,40	123,53
	<i>T. aestivum</i> ssp. <i>compactum</i> -Bambi	115,70	115,30	147,70	126,23
	<i>Triticum spelta</i> -Nirvana	122,20	128,30	227,50	159,33

Na osnovu linearnog regresionog modela ($\hat{y}_i = a + b \cdot x_i$), određena je prosečna promena prinosa zrna pšenice (zavisno promenljiva- y_i) u zavisnosti od ispitivanih parametara biogenosti zemljišta, odnosno ukupnog broja mikroorganizama i brojnosti roda *Azotobacter* (nezavisno promenljive x_i).

Kada je u pitanju prinos zrna ispitivanih vrsta i sorti pšenice, na osnovu jednačina regresije, ustanovljeno je da povećanje ukupnog broja mikroorganizama u rizosfernoj zoni za 1×10^7 povećava prinos zrna pšenice za 3 kg ha^{-1} ($\hat{y}_i = 2325,07 + 3,321 \cdot x_i$), dok povećanje brojnosti *Azotobacter*-a za 1×10^1 u uslovima organske proizvodnje dovodi do povećanja prinosa zrna za 30 kg ha^{-1} ($\hat{y}_i = -945,228 + 30,322 \cdot x_i$).

Testiranjem dobijenih koeficijenata proste linearne korelacije primećena je statistički veoma značajna zavisnost između brojnosti *Azotobacter*-a i prinosa zrna pšenice ($r=0,76$),

dok, sa druge strane, nije utvrđena statistički značajna zavisnosti prinosa zrna od ukupnog broja mikroorganizama u rizosfernoj zoni ($r=0,24$).

Zaključak

Na osnovu rezultata dobijenih u ispitivanju produktivnosti različitih vrsta i sorti pšenice u uslovima organske proizvodnje mogu se doneti sledeći zaključci:

- ispitivane vrste i sorte pšenice imaju različit potencijal za rodnost, te su i dobijene razlike u prinosu među njima statistički značajne. Kod konvencionalne sorte ustanovljeno je veće variranje prinosa u poređenju sa sortama alternativnih vrsta pšenice;
- najmanji prinos zrna konstatovan je kod sorte tvrde pšenice, Dolap, kod koje je zabeležen najmanji broj ispitivanih grupa mikroorganizama;
- prinos zrna ispitivanih sorti se značajno može povećati primenom ispitivanih varijanti đubrenja, pri čemu je zapažena veća efikasnost kombinovane primene organskog i mikrobiološkog đubriva u poređenju sa samostalnom primenom mikrobiološkog đubriva;
- ustanovljena je statistički veoma značajna zavisnost između prinosa zrna ispitivanih sorti i brojnosti *Azotobacter*-a što ukazuje na značaj primene organskih i mikrobioloških đubriva u sistemu organske proizvodnje pšenice kako bi se povećao sadržaj azota u zemljištu i njegova pristupačnost biljkama.

Napomena

Rad predstavlja deo istraživanja na projektu 46006: „Održiva poljoprivreda i ruralni razvoj u funkciji ostvarivanja strateških ciljeva Republike Srbije u okviru dunavskog regiona“, kao i projekta 179028: „Ruralno tržište rada i ruralna ekonomija Srbije - diverzifikacija dohotka i smanjenje ruralnog siromaštva“ finansiranih od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije

Literatura

Ahmed M. A., Ahmed A. G., Mohamed M. H., Tawfik M. M. (2011). Integrated effect of organic and biofertilizers on wheat productivity in new reclaimed sandy soil, Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 7(1): pp. 105-114,

Anderson G.R. (1958). Ecology of *Azotobacter* in soil of the palouse region I. Occurrence, Soil Sci., vol. 86, pp. 57-62.

El-Razek Abd U.A., El-Sheshtawy A.A. (2013). Response of some wheat varieties to bio and mineral nitrogen fertilizers. Asian Journal of Crop Science, vol. 5, pp. 200-208

Jaga P.K. and Singh, V. (2010). Effect of biofertilizer, nitrogen and sulphur on sorghum-mustard cropping system. Proceedings of National Seminar on Soil Security for Sustainable Agriculture held at College of Ariculture, Nagypur (M.S. on February 27-28, 2010)

Jarak M., Čolo J. (2007). Mikrobiologija zemljišta, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad

Kachroo, D., Razdan, R. (2006). Growth, nutrient uptake and yield of wheat (*Triticum aestivum*) as influenced by biofertilizers and nitrogen. *Indian Journal of Agronomy*, 51(1), 37-39

Kovačević, D., Roljević S., Dolijanović, Ž., Đorđević Snežana, Milić Vesna (2014). Different genotypes of alternative small grains in organic farming, *Genetika*, Vol.46.(1), pp. 169-178

Milošević, N., Govedarica, M. (2001). Mogućnost primene biofertilizatora u proizvodnji ratarskih neleguminoznih biljaka, *Zbornik radova, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad*, Vol. 35, str. 53-65

Mohammed S.S., Osman A.G., Mohammed A.M., Abdalla A.S., Sherif A.M., Rugheim A. M. E. (2012). Effects of organic and microbial fertilization on wheat growth and yield, *International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science* Vol.2(4), pp. 149-154

Noreen F., Noreen S. (2014). Effect of different fertilizers on yield of Wheat. *International Journal of Science and Research*, 3(11), 1596-1599

Pochon J., Tardieux P. (1962). *Techniques d'analyse en microbiologie du sol*, Paris

Roljević S. (2014). Produktivnost alternativnih strnih žita u sistemu organske zemljoradnje, doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, UDC 631.147:633.11(043.3)

Six, J., Bossuyt, H., Degryze, S., Deneff, K. (2004). A history of research on the link between (micro)aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics, *Soil & Tillage Research*, Vol 79, pp. 7–31

Wollum II A.G. (1982). *Cultural Methods for Soil Microorganisms*, In: *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties*, Second Edition, Norman A. G., ed., Academic Press, Inc., New York, pp. 781-801