

## PRIMENA MULTIPNIH INOKULATA U ODRŽIVOJ PROIZVODNJI PŠENICE

Gorica Cvijanović<sup>1</sup>, Svetlana Roljević<sup>2</sup>, Jelena Marinković<sup>3</sup>, Nenad Đurić<sup>1</sup>

**Izvod:** U istraživanjima su korišćene tri alternativne sorte pšenice *Tr. aestivum ssp. compactum*, *Triticum spelta*, i *Triticum durum* u tri godine istraživanja sa primenom organskog đubriva i mikrobiološkog inokulata u cilju održavanja biogenosti zemljišta.

U toku istraživanja određivani su najznačajniji mikrobiološki parametri promena u zemljištu (ukupan broj mikroba i brojnost azotobaktera), kao i visina prinosa gajenih biljaka.

Na kraju rada zaključeno je da sorta *Tr. aestivum ssp. compactum* ima najbolju asocijaciju sa rizosfernom populacijom, a da sorta *Triticum spelta* ostvaruje najveće prinose u različitim agroekološkim uslovima.

**Ključne reči:** sorte pšenice, đubrenje, brojnost mikroba, prinos

### Uvod

Principi održivog razvoja, danas su postali deo životnih i radnih aktivnosti najvećeg broja stanovništva mnogih zemalja. Enorman ekonomski rast, utemeljen na permanetno rastućim nivoima proizvodnje i potrošnje, rezultirao je brojnim negativnim promenama u prirodnim ekosistemima i prouzrokovao je i brojne druge ekološke probleme (Medzger et al., 2000). Pored degradacije resursa, jedan od gorućih problema je sigurnost u snabdevanju hranom, kvalitet i zdravstvena bezbednost prehrambenih proizvoda, koji opadaju širom sveta (Cvijanović i sar., 2014). Zbog toga se poslednjih decenija ovaj sistem proizvodnje sve više širi na svim kontinentima.

U održivoj proizvodnji mora se primenjivati standard, koji se odnosi na „očuvanje živog zemljišta“. Aktivirajući autohtonu populaciju mikroba podstiču se procesi koji su značajni za zdravlje zemljišta. Zahvaljujući dobroj asocijaciji korena biljaka i mikroba, u proizvodnji žita, moguća je njihova primena kao biofertilizatora, čime se postižu stabilni i ekonomski isplativi prinosi (Cvijanović i sar., 2008., Mićanović, 1997).

Zahvaljujući svojoj nameni, genetskoj varijabilnosti i prilagodljivosti različitim agroekološkim uslovima, žita danas pokrivaju oko 50% poljoprivrednih površina. S obzirom na veliki broj vrsta, podvrsta, sorti i varijeteta imaju veliki značaj u održivoj proizvodnji. Nutricionisti sve više uvode pojedine vrste žita u ishranu ljudi kao integralni proizvod, mešajući sa pšeničnim brašnom 50:50 (kao npr. tritikale) (Đurić i sar., 2015).

Zato je za cilj rada postavljeno ispitivanje održivog sistema proizvodnje alternativnih vrsta žita promovišući očuvanje biogenosti zemljišta.

<sup>1</sup> Univerzitet Džon Nezbit u Beogradu, Fakultet za biofarming u Bačkoj Topoli, M.Tita 39, 24 300 Bačka Topola, Srbija (cvijagor@yahoo.com);

<sup>3</sup> Institut za ekonomiku poljoprivrede, Volgina 15. 11000 Beograd, Srbija;

<sup>2</sup> Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija.

## Materijal i metode rada

Ispitivanja su obavljena na zemljištu tipa izluženi černozem u periodu od 2009-2012 (faktor A). Na ogledu su zasejane alternativne vrste pšenice za specijalne namene *Triticum aestivum* spp. *compactum*, *Triticum aestivum* ssp. *spelta* i *Triticum durum* (faktor B). Za održavanje i povećavanje plodnosti zemljišta korišćeno je organsko đubrivo (faktor C) i to C<sub>1</sub> - prihrana pšenice folijarnom primenom združenog mikrobiološkog inokulata 5l.ha<sup>-1</sup>; C<sub>2</sub> - osnovno đubrenje biohumusom (3t.ha<sup>-1</sup>) i folijarnim tretmanom združenog mikrobiološkog inokulata 5l.ha<sup>-1</sup>; C<sub>0</sub> - kontrola bez primene đubriva. Folijarni tretmani su obavljeni u fenofazi vlatanja pšenice sa združenom inokulacijom asocijativnih diazotrofa *Azotobacter chroococcum*, *Azotobacter vinelandii*, *Dersia sp.* *Bacillus megaterium*, *Bacillus lipoferum*, čiji titar ćelija svih pojedinačnih vrsta diazotrofa iznosi 10<sup>6</sup>.cm<sup>-3</sup>. Ogled je postavljen po metodu slučajnog blok sistema u četiri ponavljanja. Sve agrotehničke mere su primenjene u optimalnim rokovima.

Na kraju vegetacije određivani su osnovni parametri biogenosti zemljišta kroz ukupan broj mikroorganizama, brojnost azotobaktera iz rizosfere standardnim mikrobiološkim metodama. Takođe, utvrđen je prinos gajenih sorti pšenice.

## Rezultati istraživanja i diskusija

Biljka svojim izlučevinama u različitim uslovima stvara specifične, selektivne uslove u rizosferi i na taj način utiče na sastav populacije mikroba (Gajda, 2010). Prilikom unošenja različitih grupa mikroba kao što su diazotrofi, dodatno se aktivira autohtona populacija, jer se stupa u konkurentski odnos za prostor i hranu. Ukoliko se unose organska đubriva posebno se aktivira populacija koja učestvuje u kruženju ugljenikovih i azotnih jedinjenja, pri čemu se oslobađa energija koju koriste druge grupe mikroba za svoje životne aktivnosti. Ukupan broj mikroorganizama se koristi kao pokazatelj potencijalne plodnosti zemljišta, i kao pokazatelj biološke degradacije hemijskih zagađivača.

Na osnovu rezultata (Tabela 1) utvrđen je značajan uticaj sorte (faktor B) na brojnost mikroba u rizosferi. Najveća brojnost je utvrđena u rizosferi sorte *Tr. aestivum* ssp. *compactum* po svim godinama ispitivanja, (371,3x10<sup>-7</sup> g). Ovo ukazuje da sorta plevičasta heksaplodna vrsta pšenice *Tr. aestivum* ssp. *compactum* ostvaruje dobar asocijativan odnos sa unetim diazotrofima i aktiviranom autohtonom mikroflorom. Najlošiji asocijativan odnos je ispoljila sorta *Triticum durum*, jer je utvrđen najmanji ukupan broj mikroba (231,13x10<sup>-7</sup> g).

Primena različitih varijanti đubriva (faktor C) je na nivou značajnosti p>0.01 uticala na ukupan broj mikroba u zoni rizosfere korena. Najveća brojnost je utvrđena kod varijante C<sub>3</sub> (373,3x10<sup>-7</sup> g). Varijanta C<sub>1</sub>, gde je primenjen samo folijarni tretman, uticala na povećanje brojnosti sa 10.46%, jer u inokulatu su diazotrofi koji nemaju najoptimalnije uslove za svoj rast na nadzemnom delu biljke.

*Azotobacter* je veoma osetljiv na ekološke promene u zemljištu, kao i na prisutnost polutanata. Prema istraživanjima Cvijanović i sar. (2006) smanjena brojnost azotobaktera od primene herbicida klomazona i imezatapira se može utvrditi nakon tri

dana. Unošenjem organskih đubriva i velikog broja ćelija u inokulatima brojnost autohtone grupe azotobaktera se značajno povećava, jer se poboljšavaju i zemljišni uslovi (Widmer et al. 2006).

Tabela 1. Ukupni broj mikroba u rizosferi ispitivanih sorti pšenice (10<sup>-7</sup> g zemljišta)

*Table 1. The total number microbes of in the rhizosphere of wheat (10<sup>-7</sup> g soil)*

Godina(A) Year (A)	Sorte žita (B) Cultivars of wheat (B)	Varijante đubriva (C) Variants of fertilization (C)			Prosek Average		
		C <sub>0</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	AB	A	
2009/10	<i>Triticum durum</i>	206.6	298.6	297.8	267.7	294.7	
	<i>Tr. aestivum ssp. compactum</i>	305.3	355.4	369.7	343.5		
	<i>Triticum spelta</i>	246.9	228.3	343.5	272.9		
	..AC	252.9	291.9	356.6			
2010/11	<i>Triticum durum</i>	191.4	220.4	225.2	212.3	295.3	
	<i>Tr. aestivum ssp. compactum</i>	411.5	378.3	428.2	406.2		
	<i>Triticum spelta</i>	253.2	268.2	281.1	267.4		
	..AC	285.4	323.2	354.6			
2011/12	<i>Triticum durum</i>	191.8	171.8	275.4	213.2	267.5	
	<i>Tr. aestivum ssp. compactum</i>	349.2	332.6	411.3	364.3		
	<i>Triticum spelta</i>	140.6	128.4	405.1	224.9		
	AC	227.2	230.5	411.3			
BC	<i>Triticum durum</i>	196.6	230.3	266.1	231.0	267.5	
	<i>Tr. aestivum ssp. compactum</i>	355.3	355.4	403.1	371.3		
	<i>Triticum spelta</i>	213.6	208.3	343.5	255.1		
	C	255.2	281.9	373.3			
LSD test	A	B	C	AB	AC	BC	ABC
0,05	2,641	3,096	2,641	5,912	4,932	5,912	14,405
0,01	3,534	4,181	3,534	8,494	6,915	8,494	26,442

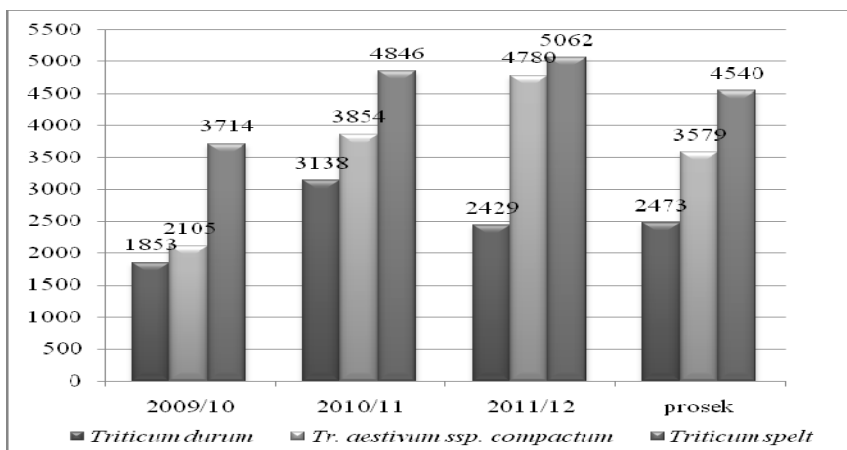
Najveća brojnost utvrđena je u trećoj godini ispitivanja, što je rezultat povoljnijih agrometeoroloških uslova (Tabela 2). Što se tiče uticaja sorte (faktor B) najveća brojnost na nivou p>0.1 je u rizosferi sorte *Tr. aestivum ssp. compactum* (152.4x10<sup>-1</sup> g), dok je najmanja brojnost utvrđena kod sorte *Triticum durum* (124.2x10<sup>-1</sup> g). Za razvoj i aktivnost roda *Azotobacter* neophodno je prisustvo organske materije u zemljištu, pa je primena različitih varijanti đubriva kao ispitivani faktor vrlo značajno uticala na njegovu brojnost (faktor C).

Dobijeni rezultati su komparativni sa rezultatima istraživanja Mićanović (1997), gde je utvrđeno da broj azotobaktera varira u odnosu na genotip žita i izvor ugljenika u korenskoj i prikorenskoj zoni. Prema ranijim istraživanjima Balandreu (1983), ukazano je na široku rasprostranjenost diazotrofa i varijabilnost genotipa biljke prema njihovoj zastupljenosti u rizosferi. Ovo ukazuje na potencijalne mogućnosti povećanja, njihovog broja i enzimske aktivnosti, oplemenjivanjem i selekcijom biljaka pšenice (Gashaw et al., 2007). Na ovaj način je moguće koristiti azotofiksatore kao dopunu ishrani biljaka u nedostku nekog od oblika organskih đubriva u sistemu održive proizvodnje.

Tabela 2. Ukupni broj *Azotobacter*-a u rizosferi ispitivanih sorti pšenice ( $10^1$  g zemljišta)

*Table 2. The total number Azotobacter of in the rhizosphere of wheat ( $10^1$  g soil)*

Godina (A) Year (A)	Sorte žita (B) Cultivars of wheat (B)	Varijante đubriva (C) Variants of fertilization (C)			Prosek Average		
		$C_0$	$C_1$	$C_2$	AB	A	
2009/10	<i>Triticum durum</i>	108.4	128.7	118.9	118.7		
	<i>Tr. aestivum ssp. compactum</i>	145.2	137.0	180.5	154.2		
	<i>Triticum spelta</i>	131.4	149.9	157.2	146.2	139.7	
	AC	128.3	138.5	152.2			
2010/11	<i>Triticum durum</i>	111.5	136.7	122.4	123.5		
	<i>Tr. aestivum ssp. compactum</i>	115.7	115.3	147.7	126.2		
	<i>Triticum spelta</i>	122.2	128,3	227.5	159.3	136.4	
	AC	116.5	126.0	165.9			
2011/12	<i>Triticum durum</i>	135.2	130.7	125.4	130.4		
	<i>Tr. aestivum ssp. compactum</i>	154.7	161.9	213.3	176.6		
	<i>Triticum spelta</i>	110.6	121.5	126.8	119.6	142.2	
	AC	133.5	138.0	155.2			
BC	<i>Triticum durum</i>	118.4	132.0	122.2	124.2	B	
	<i>Tr. aestivum ssp. compactum</i>	138.5	138.1	180.5	152.4		
	<i>Triticum spelta</i>	121.4	133.2	170.5	141.7		
	C	126.1	134.4	157.7			
LSD test	A	B	C	AB	AC	BC	ABC
0,05	2,113	2,478	2,113	4,731	3,947	4,731	11,527
0,01	2,828	3,346	2,828	6,797	5,534	6,797	21,160



Graf. 1. Visina prinosa zrna (kg.ha<sup>-1</sup>) alternativnih strnih žita u proseku po svim nivoima đubrenja  
 Graph. 1. Grain yield (kg ha<sup>-1</sup>) alternative small grains on average at all levels of fertilization

Prinosi zrna ispitivanih sotri pšenice su varirali veoma značajno u zavisnosti od primenjenih načina ishrane biljaka i uslova godine. Najniži prinosi su ostvareni u prvoj godini istraživanja u proseku  $2557.3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Razlike u prinosu su bile na nivou značajnosti od  $p > 0.01$  po godinama (faktor A), kao i po nivoima đubrenja (faktor C). U uslovima održivog–organskog ratarenja najveće prinose ostvarila je sorta *Triticum spelta*. U godinama sa povoljnijim agrometeorološkim uslovima, razlike u visini prinosa u proseku po svim nivoima đubrenja, između sorti *Triticum spelta* i *Tr. aestivum ssp. compactum* su mnogo manje  $228 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , dok je ta razlika u godinama sa manje povoljnim agrometeorološkim uslovima do  $1600 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Prema istraživanjima Roljević (2014), ovakav način ishrane biljaka povoljno deluje na parametre prinosa i drugih vrsta alternativnih žita.

### Zaključak

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da je najveća brojnost mikroba i brojnost azotobaktera, bila najveća u rizosferi sorte *Tr. aestivum ssp. compactum*. Ovo pruža mogućnost daljim istraživanjima u cilju određivanja i selekcije pojedinih grupa diazotrofa iz rizosfere prema genotipu biljaka.

U različitim agroekološkim uslovima sorta *Triticum durum* dala je najveće prinose po svim nivoima đubrenja.

Na kraju može se zaključiti da se u uslovima organskog ratarenja uspešno mogu gajiti sorte pšenice koje su namenjene isključivo za proizvodnju tvrdog čajnog peciva (*Tr. aestivum ssp. compactum*) kao i sorta *Triticum spelta* koja ima dobre karakteristike za pravljenje specijalnih hlebova koji se znatno brže vare od hleba od obične pšenice.

### Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekta III 46006 „održiva poljoprivreda i ruralni razvoja u funkciji strateških ciljeva Republike Srbije u okviru Dunavskog regiona“ koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

### Literatura

- Cvijanović G., Dozet G., Cvijanović D: (2014) Menadžment u organskoj biljnoj proizvodnji, (ed.Cvijanović D.) Beograd, Srbija, Institut za ekonomiku poljoprivrede.
- Cvijanović G., Milošević N, Djalovic I., Cvijović M., Paunović A. (2008). Nitrogenization and N fertilization effects on protein contents in wheat grain. Cereal Research Communications, Vol. 36. 2008. 251-254.
- Đurić N., Trkulja V., Cvijanović G., Đekić V. (2015): Nova sorta ozimog tritikalea PKB Kardinal stvorenog i Institutu, Zbornik naučnih radova PKB Agroekonomik, (ed Đurić N.) Vol. 21, br. 1-2, 95-100 Beograd, Srbija INI PKB Agroekonomik
- Gajda A.M. (2010): Microbial acidity and particulate organic matter. Content in soil with different tillage system use. International Agrophysics, Vol. 24 No2, 129-138
- Metzger MJ, Rounsevell MDA, Acosta-Michlik (2006). The vulnerability of ecosystem services to land use change. Agric. Ecosyst. Environ. 114(1): 69-85.

- Mićanović D. (1997). Selekcija pšenice na aktivnost azotofiksacije Monografija (ed. Andrejević K.) Beograd, Srbija Izdavač: Zadužbina Andrejević
- Milosevic N., Tintor B., and Cvijanovic G. (2008): Effect of inoculation with *Azotobacter chroococcum* on wheat yield and seed quality. Interational Conference Conventional and molecular breeding of field and vegetable crops. Proceeding (ed. B. Kobiljski) 24-27.11.2008, Novi Sad. 410-413.
- Roljević S. (2014). Produktivnost alternativnih strnih žita u sistemu organske zemljoradnje, Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet Beograd, Univerzitet Beograd UDK 631.147:633.11(043.3)
- Widmer F., Rasche F., Hartman M., Fliessbach A. (2006). Community structures and substrate utilization of bacteria in soil from organic and conventional farming systems on the DOK long-time field experiment Applied Soil Ecology 33, 294-307
- Application in sustainable production pšenice

## THE APPLICATION OF MULTIPLE INOCULANTS IN THE SUSTAINABLE PRODUCTION OF WHEAT

Gorica Cvijanović<sup>1</sup>, Svetlana Roljević<sup>2</sup>, Jelena Marinković<sup>3</sup>, Nenad Đurić<sup>1</sup>

### Abstract

The experiments were carried out three alternative varieties of wheat *Tr. aestivum ssp. compactum*, *Triticum spelt* and *Triticum durum* three years of research with the application of organic fertilizers and microbial inoculum in order to maintain the biological value of the land.

In the study determined the most important microbiological parameters changes in soil (total number of microbes and *Azotobacter*) and grain yield.

At the end, it was concluded that wheat variety *Tr.aestivum ssp. compactum* has the best association with the rhizosphere population, and that the variety *Triticum spelta* has the highest grain yields under different agroecological conditions.

**Key words:** wheat varieties, fertilization, the number of microbes, yield

<sup>1</sup> University of Belgrade, Faculty of Biofarming Bačka Topola, M.Tita 39, Bačka Topola, Serbia (cvijagor@yahoo.com);

<sup>2</sup> Institute of Agricultural Economics, Volgina 15, 11000 Belgrade, Serbia;

<sup>3</sup> Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija.