



## Uticaj primene *Azotobacter chroococcum* na proizvodne osobine i mikroorganizme u rizosferi šećerne repe

Janja Kuzevski • Nastasija Mrkovački • Nikola Čačić •  
Dragana Bjelić • Jelena Marinković • Vladimir Filipović

primljeno / received: 28.03.2011. prihvaćeno / accepted: 26.05.2011.  
© 2011 IFVC

**Izvod:** Cilj ovog rada je utvrđivanje uticaja tri različita načina inokulacije sa sojevima *Azotobacter chroococcum* na proizvodne i tehnološke osobine šećerne repe i ukupnu brojnost mikroorganizama i brojnost azotobaktera u rizosferi. Na osnovu dvogodišnjih istraživanja utvrđeno je da je efektivnost ispitivanih načina inokulacije na povećanje prinosa korena i sadržaj šećera značajno varirala u zavisnosti od godine i soja azotobaktera. Uticaj godine na efektivnost inokulacije azotobakterom nije bio od većeg značaja za prinos kristalnog šećera. Pri inkorporaciji azotobaktera neposredno pre setve ostvaren je značajno bolji prinos kristalnog šećera u poređenju sa inokulacijom semena. Utvrđena je značajno povećana brojnost mikroorganizama u rizosferi šećerne repe pri inkorporaciji azotobaktera neposredno pre setve i inokulacijom semena šećerne repe. Inkorporacija azotobaktera neposredno pre setve i prvog međurednog kultiviranja uslovala je podjednako povećanje brojnosti ove bakterije u rizosferi šećerne repe (42,2% i 46,9%). Inokulacijom semena šećerne repe ostvareno je povećanje brojnosti azotobaktera za 33,7%. S obzirom da je u radu utvrđena interakcija između godine, načina inokulacije i soja, a u cilju postizanja veće efektivnosti pri primeni azotobaktera na proizvodne i tehnološke osobine šećerne repe, neophodno je buduća istraživanja usmeriti ka utvrđivanju efektivnosti ovih sojeva kada su u smeši.

**Ključne reči:** *Azotobacter*, brojnost azotobaktera, prinos korena šećerne repe, prinos šećera šećerne repe, sadržaj šećera, ukupan broj mikroorganizama

### Uvod

Sa ekonomskog i ekološkog stanovišta, odnosno proizvodnje zdravstveno ispravne hrane, racionalna primena mineralnih hraniva jedna je od karakteristika moderne poljoprivredne proizvodnje. Drugim rečima, u sistemu snabdevanja biljaka hranljivim materijama sve se više govori o kombinaciji bioloških preparata i mineralnih hraniva (Paar et al. 1992, Wani et al. 1994, Milošević i sar. 1999, Milić i sar. 2001, Milošević i sar. 2003, Milošević & Marinković 2009). Pod biološkim preparatima podrazumevaju se mikrobiološka đubriva, odnosno preparati koji se sastoje od

mikroorganizama, bilo da se radi o jednoj vrsti mikroorganizama ili smeši više vrsta mikroorganizama.

S obzirom da od svih makroelemenata koji se koriste u ishrani šećerne repe azot ima najveći uticaj na prinos i kvalitet korena šećerne repe, od posebnog značaja su mikrobiološka đubriva koja u svom sastavu sadrže azotofiksirajuće bakterije. Azotofiksirajuće bakterije omogućavaju da se u zemljištu, u procesu biološke fiksacije azota, azot iz vazduha postepeno prevede u pristupačne forme za biljke. Osim pristupačnih formi azota za biljke, ove bakterije proizvode materije rastenja, enzime, vitamine i antibiotike – materije koje imaju značajan pozitivan uticaj na biljku. Brojnim istraživanjima utvrđen je značajan uticaj

J. Kuzevski (✉)  
Institut za primenu nauke u poljoprivredi, Bul. Despota Stefana 68b,  
11000 Beograd, Srbija  
e-mail: jkuzevski@ipn.co.rs

N. Mrkovački • N. Čačić • D. Bjelić • J. Marinković  
Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi  
Sad, Srbija

V. Filipović  
PDS Institut Tamiš, Novoseljski put 33, 26000 Pančevo, Srbija

Istraživanje u okviru projekta TR 20020 "Poboljšanje germplazme šećerne repe u cilju povećanja prinosa i smanjenja gubitaka nastalih uticajem biotskih i abiotskih faktora" (2008-2011) koji finansira Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

The research within the project TR 20020 "Improving sugar beet germplasm in order to increase yield and reduce a loss caused by biotic and abiotic factors" (2008-2011) financed by the Ministry of Science and Technological Development of the Republic of Serbia.

*Azotobacter chroococcum* na proizvodne i tehnološke osobine šećerne repe (Mrkovački i sar. 1996, Govedarica i sar. 1997, Milošević et al. 1998, Govedarica et al. 2000, Govedarica i sar. 2002, Čačić i sar. 2003, Mrkovački i sar. 2009). Takođe, istraživanjima je utvrđeno značajno povećanje biogenosti rizosfere šećerne repe inokulisane sa *Azotobacter chroococcum* (Govedarica i sar. 1996, Krstanović et al. 2000, Milošević i sar. 2003, Mrkovački & Mezei 2003, Milić i sar. 2004, Milošević i sar. 2006, Mrkovački et al. 2008).

Cilj ovog rada je utvrđivanje uticaja različitih načina inokulacije sojevima *Azotobacter chroococcum* na proizvodne i tehnološke osobine šećerne repe (prinos korena, sadržaj šećera, prinos kristalnog šećera) i ukupnu brojnost mikroorganizama i brojnost azotobaktera u rizosferi.

## Materijal i metod

Istraživanja uticaja različitih načina inokulacije sojevima *Azotobacter chroococcum* na proizvodne i tehnološke osobine korena i mikroorganizme rizosfere šećerne repe izvedena su u toku 2008. i 2010. na lokalitetu Pančevo. Poljski ogledi su postavljeni po sistemu potpuno slučajnog blok sistema, u četiri ponavljanja, sa osnovnim parcelicama dužine 10 m i širine 2 m. Površina obraćunske parcelice inosila je 9,6 m<sup>2</sup> (dva srednja reda bez rubnih repa). Setva oglada obavljena je mašinski, na razmak 50 cm x 10 cm, s tim da je po nicanju izvršena korekcija gustine useva (razmak u redu 20 cm).

Za setvu je korišćeno seme šećerne repe sorte Drena stvoreno u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu. U ogledu su korišćena tri načina inokulacije sojevima *Azotobacter chroococcum*: (I) tretiranje zemljišta neposredno pred setvu; (II) tretiranje zemljišta pred prvu međurednu kultivaciju i (III) inokulacija semena šećerne repe. Za tretiranje zemljišta, odnosno inokulaciju semena korišćene su tečne kulture sojeva *Azotobacter chroococcum* (soj 1, 5, 8, 10 i 14 iz kolekcije Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu). Korišćeni sojevi bakterija gajeni su u tečnoj kulturi na podlozi Fjodora. Za tretiranje zemljišta po jedinici površine (ha) korišćena su 2 l inokuluma (gustine 109 ćelija po cm<sup>3</sup>)/300 l vode, a inokulacija semena obavljena je sa 300 ml sj<sup>-1</sup>.

Kao kontrola korišćeno je netretirano zemljište, odnosno neinokulisano seme šećerne repe.

Tokom vegetacije praćena je brojnost mikroorganizama u rizosferi. Uzorkovanje zemljišta za mikrobiološke analize urađeno je pre setve i neposredno pred vađenje korenova šećerne repe.

Vađenje korena obavljeno je u prvoj polovini oktobra, pri čemu je utvrđena masa korena. Istovremeno, za potrebe hemijskih analiza soka korena izvršeno je uzorkovanje korenova (po 20 korenova iz svake obraćunske parcelice). Hemijskom analizom utvrđen je sadržaj šećera i nešećernih materija (K, Na i amino N). Na osnovu prikupljenih podataka izračunat je prinos korena po jedinici površine i prinos kristalnog šećera. Rezultati istraživanja obrađeni su analizom varijanse za trofaktorijalne ogledе pri čemu su izdvojena variranja usled godine, načina inokulacije, soja azotobaktera, kao i njihove interakcije.

## Rezultati i diskusija

### *Proizvodne osobine šećerne repe*

U ovim istraživanjima utvrđeno je da primenom azotobaktera prosečan prinos korena šećerne repe (68,40 t ha<sup>-1</sup>) nije povećan u poređenju sa kontrolom (68,43 t ha<sup>-1</sup>). Pozitivan uticaj na prinos korena ispoljili su sojevi 1, 5 i 8, a povećanje u odnosu na kontrolu kretalo se od 0,10 t ha<sup>-1</sup> kod soja 8 do 1,38 t ha<sup>-1</sup> kod soja 1. Maksimalno povećanje prinosa korena od 5,20 t ha<sup>-1</sup> ostavreno je inokulacijom semena sa sojem 1 (III). Tretiranjem zemljišta neposredno pred setvu (I) nije došlo do povećanja prinosa korena, dok je tretiranje zemljišta pred prvu međurednu kultivaciju (II) i inokulacija semena (III) povećala prinos korena za 0,96 t ha<sup>-1</sup>, odnosno za 2,37 t ha<sup>-1</sup> (Tab. 1).

U poređenju sa kontrolom utvrđeno je da je na prosečan prinos korena šećerne repe u 2008. najveći efekat ostvaren primenom azotobaktera u varijanti kada je izvršena inokulacija semena (veći za 6,8 t ha<sup>-1</sup>), a 2010. u varijanti inkorporacije pre prve međuredne kultivacije (veći za 3,39 t ha<sup>-1</sup>). Efekat ispitivanih sojeva azotobaktera na prinos korena značajno je varirao u zavisnosti od godine ispitivanja i načina inokulacije (Tab. 1).

Primenom azotobaktera, u poređenju sa kontrolom (15,08%) ostvareno je prosečno povećanje sadržaja šećera od 0,13%. Pozitivan uticaj na sadržaj šećera ispoljili su sojevi 5, 8 i 14, a povećanje u poređenju sa kontrolom kretalo se od 0,18%, kod soja 8 do 0,28% kod soja 14. Maksimalno povećanje sadržaja šećera od 0,46% ostvareno je primenom soja 14 neposredno pre prvog međurednog kultiviranja (II). U poređenju sa kontrolom u svim varijantama primene azotobaktera ostvareno je prosečno povećanje sadržaja šećera od 0,09% (II) do 0,17% (II) (Tab. 2).

Efekat ispitivanih sojeva azotobaktera na sadržaj šećera značajno je varirao u zavisnosti od

Tabela 1. Uticaj načina inokulacije *Azotobacter* na prinos korena šećerne repe (t ha<sup>-1</sup>)  
 Table 1. Effect of inoculation with *Azotobacter* on the yield of sugar beet roots (t ha<sup>-1</sup>)

Način inokulacije Type of Application (NA)	Godina Year (G)	Kontrola Control	<i>Azotobacter chroococcum</i> (A)					Prosek Average
			Soj Strain					
			1	5	8	10	14	
I	2008	67,68	62,15	63,43	60,65	59,63	64,60	62,09
	2010	77,48	73,05	77,05	79,73	72,63	78,68	76,23
	Prosek Average	72,58	67,60	70,24	70,19	66,13	71,64	69,16
II	2008	59,60	58,85	58,73	56,93	59,75	56,70	58,13
	2010	75,48	84,35	79,40	78,28	78,23	74,08	78,87
	Prosek Average	67,54	71,45	69,06	67,60	68,99	65,39	68,50
III	2008	52,50	62,88	57,03	62,48	60,78	53,28	59,29
	2010	77,85	77,88	75,88	73,13	74,38	77,80	75,81
	Prosek Average	65,18	70,38	66,45	67,80	67,58	65,54	67,55
Prosek Average <sub>I,II,III</sub>	2008	59,93	61,19	59,73	60,02	60,05	58,19	59,84
	2010	76,93	78,43	77,44	77,04	75,08	76,85	76,97
	Prosek Average	68,43	69,81	68,58	68,53	67,56	67,52	68,40
LSD	0,05	A	NA	G	A/NA	A/G	NA/G	A/NA/G
	0,01	3,61	2,55	2,08	6,25	5,10	3,61	8,84
CV		4,78	3,38	2,76	8,27	6,75	4,78	11,70
	(%)	9,22						

Tabela 2. Uticaj načina aplikacije *Azotobacter* na sadržaj šećera u korenu (%)  
 Table 2. Effect of inoculation with *Azotobacter* on sugar content (%)

Način inokulacije Type of Application (NA)	Godina Year (G)	Kontrola Control	<i>Azotobacter chroococcum</i> (A)					Prosek Average
			Soj Strain					
			1	5	8	10	14	
I	2008	16,74	16,57	17,45	17,28	16,59	16,37	16,85
	2010	13,42	13,57	13,58	13,22	13,67	13,81	13,57
	Prosek Average	15,08	15,07	15,51	15,25	15,13	15,09	15,21
II	2008	16,93	16,76	17,13	16,94	17,00	17,62	17,09
	2010	13,42	13,41	13,34	13,49	13,33	13,63	13,44
	Prosek Average	15,17	15,09	15,23	15,21	15,16	15,63	15,26
III	2008	16,62	16,52	16,93	17,42	16,71	17,25	16,97
	2010	13,38	13,61	13,35	13,26	13,14	13,49	13,36
	Prosek Average	15,00	15,06	15,14	15,34	14,92	15,37	15,17
Prosek Average <sub>I,II,III</sub>	2008	16,76	16,61	17,17	17,21	16,77	17,08	16,97
	2010	13,41	13,53	13,42	13,32	13,38	13,64	13,46
	Prosek Average	15,08	15,07	15,29	15,26	15,07	15,36	15,21
LSD	0,05	A	NA	G	A/NA	A/G	NA/G	A/NA/G
	0,01	0,33	0,23	0,19	0,58	0,47	0,33	0,82
CV		0,44	0,31	0,25	0,76	0,62	0,44	1,08
	(%)	3,83						

godine ispitivanja i načina inokulacije. U poređenju sa kontrolom u 2008. ostvaren je najveći efekat kada je izvršena inokulacija semena (veći za 0,35%), a u 2010. u varijanti inkorporacije azotobaktera neposredno pre setve (veći za 0,15%).

Prosečno povećanje prinosa kristalnog šećera u odnosu na kontrolnu varijantu iznosilo je 0,11 t ha<sup>-1</sup>. Pozitivan uticaj na prinos kristalnog šećera ispoljili su svi sojevi izuzev soja 10. Povećanje prinosa kristalnog šećera u odnosu na kontrolu kretalo se od 0,11 t ha<sup>-1</sup> kod soja 14 do 0,21 t ha<sup>-1</sup> kod soja 1. Maksimalno povećanje prinosa kristalnog šećera od 0,84 t ha<sup>-1</sup> ostvareno je inokulacijom semena sojem 1 (III). Za razliku od tretiranja zemljišta neposredno pred prvo kultiviranje (II) i inokulacije semena (III), tretiranjem zemljišta neposredno pred setvu (I) nije utvrđeno povećanje prinosa kristalnog šećera (Tab. 3).

U poređenju sa kontrolom utvrđeno je da je u 2008. na prosečan prinos kristalnog šećera najveći efekat ostvaren inokulacijom semena (veći za 1,14 t ha<sup>-1</sup>), a u 2010. inkorporacijom neposredno pre prve međuredne kultivacije

(veći za 0,42 t ha<sup>-1</sup>). Kao i kod istraživanja efekta primene azotobaktera kod napred navedenih proizvodnih osobina šećeren repe, i kod prinosa kristalnog šećera utvrđeno je značajno variranje u zavisnosti od godine ispitivanja i načina inokulacije (Tab. 3).

Rezultati istraživanja efekta primene azotobaktera na proizvodne osobine šećerne repe, u ovom radu u saglasnosti su sa istraživanjima Mrkovački et al. (2007, 2010), Čaćić i sar. (2003) i Govedarića i sar. (2000a).

#### *Brojnost mikroorganizama*

U poređenju sa kontrolom inokulacija je u svim varijantama primene uslovila povećan broj mikroorganizama u zemljištu. U proseku za sva tri načina aplikacije najbolji efekat ostvaren je inokulacijom sa sojem 14 (292,02) koji je ispoljio najveći uticaj u varijantama inkorporacije neposredno pre setve i inokulaciji semena, dok je u varijanti inkorporacije neposredno pred prvo međuredno kultiviranje najveće povećanje dobijeno sa sojem 5 (239,76). Povećanje u odnosu na kontrolu kretalo se od 79,74% (III) i 78,91% (I)

Tabela 3. Uticaj načina aplikacije *Azotobacter* na prinos kristalnog šećera (t ha<sup>-1</sup>)

Table 3. Effect of inoculation methods with *Azotobacter* on crystal sugar yield (t ha<sup>-1</sup>)

Način inokulacije Type of Application (NA)	Godina Year (G)	Kontrola Control	<i>Azotobacter chroococcum</i> (A)					Prosek Average
			Soj Strain					
			1	5	8	10	14	
I	2008	9,78	8,86	9,67	9,21	8,58	9,16	9,10
	2010	8,52	8,27	8,72	8,80	8,16	8,95	8,58
	Prosek Average	9,15	8,57	9,20	9,00	8,37	9,05	8,84
II	2008	8,81	8,49	8,89	8,48	8,84	8,83	8,71
	2010	8,28	9,35	8,47	8,75	8,57	8,36	8,70
	Prosek Average	8,55	8,92	8,68	8,62	8,70	8,59	8,70
III	2008	7,59	8,98	8,44	9,45	8,77	8,03	8,73
	2010	8,52	8,79	8,27	7,90	7,83	8,83	8,32
	Prosek Average	8,05	8,89	8,36	8,68	8,30	8,43	8,53
Prosek Average <sub>I,II,III</sub>	2008	8,72	8,78	9,00	9,05	8,73	8,67	8,85
	2010	8,44	8,80	8,49	8,48	8,19	8,71	8,53
	Prosek Average	8,58	8,79	8,74	8,77	8,46	8,69	8,69
		A	NA	G	A/NA	A/G	NA/G	A/NA/G
LSD	0,05	0,51	0,36	0,30	0,89	0,72	0,51	1,26
CV	0,01 (%)	0,68	0,48	0,39	1,18	0,96	0,68	1,66
		10,33						

Tabela 4. Efekat inokulacije sa *Azotobacter* na ukupan broj mikroorganizama u rizosferi šećerne repe (x 10<sup>7</sup> g<sup>-1</sup> zemljišta)  
 Table 4. Effect of inoculation of *Azotobacter* on total number of microorganisms in sugar beet rhizosphere (x 10<sup>7</sup> g<sup>-1</sup> soil)

Način inokulacije Type of Application (NA)	Godina Year (G)	Kontrola Control	<i>Azotobacter chroococcum</i> (A)						Povećanje Increase (%)
			Soj Strain					Prosek Average	
			1	5	8	10	14		
I	2008	101,23	212,67	117,79	185,38	157,84	281,21	190,98	78,91
	2010	181,02	290,21	342,68	299,52	273,82	363,69	313,98	
	Prosek Average	141,12	251,44	230,23	242,45	215,83	322,45	252,48	
II	2008	67,24	169,26	181,69	67,77	103,46	110,37	126,45	41,57
	2010	214,87	237,00	297,83	296,92	272,21	260,59	272,91	
	Prosek Average	141,05	203,13	239,76	182,34	187,68	185,48	199,68	
III	2008	54,01	163,88	240,14	177,86	244,91	315,00	228,36	79,74
	2010	261,64	295,34	351,28	324,33	302,18	421,68	388,96	
	Prosek Average	157,82	229,61	295,71	251,09	273,54	368,34	283,66	
Prosek Average <sub>I,II,III</sub>		146,66	228,06	255,23	225,29	225,68	292,02	247,51	

Tabela 5. Efekat inokulacije sa *Azotobacter* na broj azotobaktera u rizosferi šećerne repe (x 10<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> zemljišta)  
 Table 5. Effect of inoculation of *Azotobacter* on number of azotobacter in sugar beet rhizosphere (x 10<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> soil)

Način inokulacije Type of Application (NA)	Godina Year (G)	Kontrola Control	<i>Azotobacter chroococcum</i> (A)						Povećanje Increase (%)
			Soj Strain					Prosek Average	
			1	5	8	10	14		
I	2008	23,91	48,38	75,45	62,22	60,13	55,16	60,27	42,16
	2010	93,00	100,65	114,50	99,03	111,98	103,40	105,91	
	Prosek Average	58,45	74,51	94,97	80,62	86,05	79,28	83,09	
II	2008	40,09	75,74	78,30	75,23	68,12	67,87	73,05	46,87
	2010	83,54	104,32	94,31	113,70	119,75	110,47	108,51	
	Prosek Average	61,81	90,03	86,30	94,46	93,93	89,17	90,78	
III	2008	35,44	59,55	47,97	45,09	46,34	54,89	50,77	33,66
	2010	77,08	112,53	89,80	114,66	88,10	93,05	99,63	
	Prosek Average	56,26	86,04	68,88	79,87	67,22	73,97	75,20	
Prosek Average <sub>I,II,III</sub>		58,84	83,53	83,38	84,98	82,40	80,81	74,58	

do 41,57% (II). U poređenju rezultata po godinama ispitavanja utvrđeno je da je ukupan broj mikroorganizama u kontrolnoj varijanti i nakon inokulacije bio veći 2010. godine (Tab. 4).

Inokulacijom sa svim ispitivanim sojevima broj azotobaktera u zemljištu povećan je u odnosu na kontrolu. Najveće povećanje dobijeno je pri primeni azotobaktera neposredno pre prvog međurednog kultiviranja (46,87%), zatim neposredno pre setve (42,16%) i inokulacijom semena (33,66%). Najbolji efekat, nezavisno od načina inokulacije postignut je sa sojem 8 (84,98). Pri inkorporaciji azotobaktera neposredno pre setve najveći broj azotobaktera dobijen je inokulacijom sa sojem 5 (94,97), dok su soj 8 (94,96) i soj 1 (86,04) ispoljili najveći uticaj pri inkorporaciji neposredno pre setve i inokulaciji semena. Posmatranjem efekta inokulacije po godinama veći efekat u svim varijantama inokulacije ostvaren je 2010. (Tab. 5).

U ovom radu utvrđeno povećanje ukupnog broja mikroorganizama i broja azotobaktera u rizosferi inokulisane šećerne repe pri korišćenju različitih načina inokulacija u saglasnosti je sa ranijim istraživanjima Mrkovački et al. (2006, 2008, 2010, 2010a).

## Zaključci

Istraživanja uticaja pet sojeva *Azotobacter chroococcum* na prinos korena i kristalnog šećera, sadržaj šećera u korenu, kao i na ukupnu brojnost mikroorganizama i azotobaktera u rizosferi šećerne repe upućuju na sledeće zaključke:

– Uticaj ispitivanih načina inokulacija azotobaktera na prosečan prinos korena i sadržaj šećera značajno je varirao u zavisnosti od godine i soja.

– Primenom azotobaktera neposredno pre setve, ostvaren je značajno bolji prosečan prinos kristalnog šećera u poređenju sa inokulacijom semena.

– Uticaj godine na efektivnost inokulacije azotobakterom nije bio od većeg značaja za prinos kristalnog šećera. Svi ispitivani sojevi azotobaktera, izuzev soja 10, uticali su na povećanje prosečnog prinosa kristalnog šećera.

– Podjednaka značajna povećana brojnost mikroorganizama u rizosferi ostvarena je primenom *Azotobacter chroococcum* neposredno pre setve i inokulacijom semena šećerne repe.

– Inkorporacija azotobaktera neposredno pre setve i prvog međurednog kultiviranja uslovlila je podjednako povećanje brojnosti ovih bakterija u rizosferi šećerne repe (42,2% i 46,9%). Inokulacijom semena šećerne repe ostvareno je povećanje brojnosti azotobaktera za 33,7%.

– S obzirom da je u radu utvrđena interakcija između godine, načina inokulacije i soja, a u cilju postizanja veće efektivnosti inokulacije *Azotobacter chroococcum* na proizvodne i tehnološke osobine šećerne repe, neophodno je buduća istraživanja usmeriti ka utvrđivanju efektivnosti ovih sojeva kada su u smeši.

## Literatura

- Čačić N, Mrkovački N, Mezei S, Kovačev L (2003): Efekat primene *Azotobacter chroococcum* u šećernoj repi., Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad 38: 271-280
- Govedarica M, Milošević N, Jarak M (1996): Ispitivanje efektivnosti azotobaktera kod šećerne repe. Letopis naučnih radova, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad 2: 31-35
- Govedarica M, Milošević N, Jarak M (1997): Biloška azotofiksacija u poljoprivredi: Mogućnosti primene i perspektive. Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad 29: 35-43
- Govedarica M, Milošević N, Jarak M, Krunic V, Kuzevski J (2000): Effect of Two Strains of *Azotobacter chroococcum* on Sugarbeet Yield and Technological Characteristics. Zemljište i biljka 49: 93-98
- Govedarica M, Milošević N, Jarak M, Radanović Z, Kuzevski J, Krunic V, Đorđević S (2000a): Diazotrofi i njihova aktivnost kod šećerne repe gajene u poljskim uslovima. Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad 34: 59-65
- Govedarica M, Milošević N, Jarak M, Kuzevski J, Krstanović S, Krunic V, Đorđević S (2002): Bakterizacija kao mera borbe protiv rizomanije šećerne repe. Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad 36: 33-42
- Krstanović S, Govedarica M, Milošević N, Kuzevski J, Jarak M (2000): Effect of inoculation of sugar beet seeds with *Azotobacter Chroococcum* on rhizomania condition., 12st Congress of the Federation of European Societies of Plant Physiology, August 2000, Budapest, Abstract book, 38, Section S14-14: 149
- Milić V, Jarak M, Mrkovački N (2001): Mikrobiološka đubriva u proizvodnji pasulja, graška i lucerke. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad 35: 75-82
- Milić V, Jarak M, Mrkovački N, Milošević N, Govedarica M, Đurić S, Marinković J (2004): Primena mikrobioloških đubriva i ispitivanje biološke aktivnosti u cilju zaštite zemljišta. Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad 40: 153-169
- Milošević N, Govedarica M, Kuzevski J, Jarak M, Krstanović S (1997): Azotobakter – inokulaciona tehnologija u proizvodnji šećerne repe. Zbornik naučnih radova PKB INI Agroekonomik 3: 109-117
- Milošević N, Govedarica M, Kuzevski J, Jarak M, Krstanović S (1998): Effect of *Azotobacter chroococcum* on production-technological characteristics of sugar beet. Proceedings of 2nd Balkan Symposium on Field Crops: Ecology and Physiology, Cultural Practices, Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad 2: 115-119
- Milošević N, Govedarica M, Jarak M (1999): Mikrobiološki preparati – značaj i mogućnosti njihove primene u ratarskoj proizvodnji. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad 31: 49-62
- Milošević N, Govedarica M, Jeličić Z, Protić R, Kuzevski J, Krstanović S (2003): Mikrobnii inokulanti kao biofertilizatori: testiranje, mogućnosti i značaj u održivoj poljoprivredi. Zbornik naučnih radova, Institut PKB Agroekonomik, Beograd 9: 89-98
- Milošević N, Jarak M, Milić V, Mrkovački N (2006): Mikrobiološka istraživanja od teorijskih osnova do preparata (1996-2005). Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad 42: 327-338
- Milošević N, Marinković J (2009): Rizobiumi – Biođubriva u proizvodnji leguminoza. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad 46: 53-54
- Mrkovački N, Mezei S, Kovačev L (1996): Uticaj inokulacije azotobakterom na masu suve materije i sadržaj azota hibridnih sorti šećerne repe. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad 25: 107-113
- Mrkovački N, Mezei S (2003): Primena sojeva *Azotobacter chroococcum* \_ NS Beta na masu suve materije i sadržaj azota hibridnih sorti šećerne repe. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad 25: 107-113
- Mrkovački N, Mezei S, Čačić N, Kovačev L (2006): Efekat inokulacije na biogenost rizosfere šećerne repe. Letopis naučnih radova Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu 1: 48-52
- Mrkovački N, Mezei S, Čačić N, Kovačev L (2007): Efekat primene različitih tipova inokulacije šećerne repe. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad 43: 201-207
- Mrkovački N, Čačić N, Mezei S, Kovačev L, Nagl N (2008): Biogenost rizosfere šećerne repe inokulisane sa *Azotobacter chroococcum*. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad 45: 241-245
- Mrkovački N, Čačić N, Mezei S, Kovačev L, Nagl N (2009): Efekat primene mikrobiološkog đubriva za šećernu repu. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad 46: 175-179
- Mrkovački N, Kuzevski J, Bjelić D (2010): Microbial abundance in sugarbeet rhizosphere in dependence of inoculation and location. Proceedings of XVIII International Scientific and Professional Meeting »Ecological Truth« ECO-IST'20, Spa Junakovic, Apatin, Serbia, 1-4 June 2010., 391-395
- Mrkovački N, Čačić N, Kuzevski J, Kovačev L, Mezei S, Nagl N, Bjelić D (2010a): Uticaj načina primene *Azotobacter chroococcum* na mikroorganizme u rizosferi i prinos šećerne repe. Ratar. Povrt. / Field Veg. Crop Res. 47: 599-606
- Parr JF, Papendick RI, Hornic SB, Meyer RE (1992): Soil quality: Attributes and relationship to alternative and sustainable agriculture. Amer. J. Altern. Agric. 7: 5-11
- Wani SP, Rupel OP, Lee KK (1994): BNF Technology for Sustainable Agriculture in the Semi-Arid Tropics. 15th World Congress of Soil Science, Acapulco, 4a, 245-262

## Effect of *Azotobacter chroococcum* on Productive Traits and Microorganisms in Sugar Beet Rhizosphere

Janja Kuzevski<sup>1</sup> • Nastasija Mrkovački<sup>2</sup> • Nikola Čačić<sup>2</sup> •  
Dragana Bjelić<sup>2</sup> • Jelena Marinković<sup>2</sup> • Vladimir Filipović<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Institute for Science Application in Agriculture, Bul. Despota Stefana 68b, 11000 Belgrade, Serbia

<sup>2</sup> Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Serbia

<sup>3</sup> PDS Institute Tamiš, Novoseljski put 33, 26000 Pančevo, Serbia

**Summary:** The aim of this study was to determine the effects of three different inoculation methods with selected *Azotobacter chroococcum* strains on productive and technological traits of sugar beet, as well as on the total number of microorganisms and azotobacter in rhizosphere. The results of this two-year study showed that effectiveness of the tested inoculation methods in increasing root yield and sugar content varies greatly, depending on year and azotobacter strains. Effectiveness of inoculation methods was not largely impacted by year on granulated sugar. Achieved granulated sugar yield was significantly higher by using pre-sowing azotobacter application, than by using seed inoculation. A significantly increased number of microorganisms in sugar beet rhizosphere was determined, not only by using pre-sowing azotobacter application but also by using sugar beet seed inoculation. Pre-sowing azotobacter application and inter-row cultivation both caused an equal increase in the number of these bacteria in sugar beet rhizosphere (42.2% and 46.9%). Use of sugar beet seed inoculation caused an increase of 33.7% in the number of azotobacter. In order to achieve higher effectiveness in applying azotobacter on productive and technological traits of sugar beet, and considering determined interaction between a certain year, an inoculation method and a strain, it is necessary for future research to focus on determining efficiency of these strains when they are in a mixture.

**Key words:** *Azotobacter*, azotobacter abundance, sugar beet root yield, sugar content, sugar beet sugar yield, total number of microorganisms