



Uticaj načina primene *Azotobacter chroococcum* na mikroorganizme u rizosferi i prinos šećerne repe

Nastasija Mrkovački · Nikola Čačić · Janja Kuzevski · Lazar Kovačev ·
Snežana Mezei · Nevena Nagl · Dragana Bjelić

primljeno / received: 18.11.2009. prerađeno / revised: 03.03.2010. prihvaćeno / accepted: 07.05.2010.
© 2010 IFVC

Izvod: Ispitan je efekat tri različita načina inokulacije šećerne repe sa sojevima *Azotobacter chroococcum* na parametre prinosa šećerne repe i mikrobiološki status zemljišta. U ispitivanjima je korišćena sorta Dre-na, a eksperiment je bio lociran na Rimskim Šančevima u toku 2008. i 2009. Kao mikrobiološko đubrivo korišćeno je pet sojeva *Azotobacter chroococcum*. Inokulacija je izvršena na tri načina: (A) inkorporacijom sojeva u zemljište pre setve, (B) inkorporacija sojeva u zemljište pred prvu međurednu kultivaciju i (C) nanošenjem inokuluma na seme pre setve. Najveće povećanje u prinosu korena od 6,25 t ha⁻¹ i u prinosu kristalnog šećera od 0,91 t ha⁻¹ dobijeno je sa sojem 10 na varijanti inokulacije zemljišta pre prve međuredne kultivacije. U obe godine dobijen je pozitivan efekat na ukupan broj mikroorganizama i broj azotobaktera u rizosferi.

Ključne reči: *Azotobacter chroococcum*, prinos korena, prinos šećera, sadržaj šećera, šećerna repa, ukupan broj mikroorganizama

Uvod

Rizobakterije koje pospešuju biljni rast (PGPR - Plant Growth Promoting Rhizobacteria) predstavljaju vrlo raznovrsne zemljišne bakterije (*Pseudomonas*, *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Azorhizobium*) koje u asocijaciji sa biljkom domaćinom rezultiraju u stimulaciji rasta domaćina. Takve asocijacije sa PGPR su veoma važne za održivu poljoprivredu (Mrkovački & Milić 2001, Mrkovački & Mezei 2003). Težnja održive poljoprivrede je da se smanji upotreba azotnih đubriva na račun biođubriva. Termin „biođubriva“ je skorašniji i najčešće se odnosi na korišćenje zemljišnih mikroorganizama u povećanju dostupnosti i usvajanja mineralnih hraniva za biljke. Komercijalna biođubriva slobodnih PGPR obezbeđuju moguću alternativu korišćenja đubriva i pesticida za različite biljne vrste, mada je njihova primena za sada oskudna (Glick et al. 1999). Većina ovih proizvoda su biokontrolne materije koje indirektno doprinose poboljšanju rasta biljaka (Chet & Chernin 2002).

Kratkoročni pozitivan efekat PGPR rezultira u poboljšanom razviću biljaka. Ovaj efekat obuhvata ubrzano razviće korena, bolji pristup hranljivim materijama i vodi, a time brži inicijalni rast, što omogućuje biljkama isključivanje korova (kao konkurenata) iz dostupnih izvora hraniva, tj. smanjuje se potreba za herbicidima.

Dugotrajan pozitivan efekat PGPR može rezultirati u poboljšanju rasta biljaka, zdravlju i opstanku, vodeći do održive proizvodnje hrane sa pozitivnim odnosom prema životnoj okolini i ekonomičnosti proizvodnje.

Važno istraživačko pitanje je način inokulisanja biljaka u polju. Nekoliko opcija je na raspolaganju: inokulacija semena ili sadnica i inokulacija tretiranjem zemljišta inokulumom ili direktno na biljke. Drugi izazov je formulacija inokuluma da bi se obezbedilo odgovarajuće mikrostanište koje bi sprečilo brz pad u broju bakterija unesenih u zemljište.

Stoga je cilj našega rada bio da se ispituju tri načina aplikacije *Azotobacter chroococcum* inokuluma kod šećerne repe, u dve godine ispitivanja, putem određivanja brojnosti azotobaktera i ukupnog

N. Mrkovački (✉) · N. Čačić · L. Kovačev · S. Mezei · N. Nagl · D. Bjelić
Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi
Sad, Srbija
e-mail: nastasija.mrkovacki@ifvcns.na.ac.rs

J. Kuzevski
Institut za primenu nauke u poljoprivredi, Bulevar despota Stefana
68b, 11000 Beograd, Srbija

Ovo istraživanje je deo projekta broj 20020: *Poboljšanje germplazme šećerne repe u cilju povećanja prinosa i smanjenja gubitaka nastalih uticajem biotskih i abiotskih faktora* (2008-2011) Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije/ This research results from the project no. 20020: *Improvement of sugar beet germplasm with aim to increase yield and reduce losses caused by biotic and abiotic factors* (2008-2011) financed by the Ministry of Science and Technological Development of the Republic of Serbia

broja mikroorganizama u rizosferi, kao i utvrđivanjem prinosa korena i kvaliteta šećerne repe na kraju vegetacije.

Materijal i metod

Istraživanja su izvedena u toku 2008 i 2009. na lokalitetu Rimski Šančevi, Novi Sad sa pet sojeva *Azotobacter chroococcum* (1, 5, 8,10 i 14) sa sortom Drena stvorenoj u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu. Sojevi su gajeni na podlozi Fjodora, u tečnoj kulturi. Gustina tečne kulture bila je 10^9 ćelija po cm^3 .

Ispitana su tri načina inokulacije: (A) tretiranje zemljišta neposredno pred setvu, (B) tretiranje zemljišta pred prvu međurednu kultivaciju i (C) inokulacija semena. Zemljište je tretirano sa 2 l ha^{-1} inokuluma korišćenjem 300 l ha^{-1} vode. Inokulacija semena je obavljena sa 300 ml sj^{-1} ($\text{sj}=100.000$ semenki).

Ogledi su postavljeni u četiri ponavljanja. Dužina osnovne parcelice bila je 10 m a širina 2 m . Površina obračunske parcelice je $9,6 \text{ m}^2$ (dva srednja reda bez rubnih repa). Setva je obavljena mašinski na razmak $50 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$, a po nicanju je izvršena korekcija gustine na razmak u redu od 20 cm .

Uzorci za mikrobiološke analize uzeti su u tri roka (kraj maja, kraj jula i kraj septembra) u obe godine i iz sva četiri ponavljanja. Ukupan broj mikroorganizama određivan je na zemljišnom agaru (razređenja 10^6), a broj azotobaktera na Fjodorovoj podlozi (razređenja 10^2) (Jarak & Đurić 2004).

Vađenja ogleda obavljena su u prvoj polovini oktobra, pri čemu je utvrđena masa korena i broj biljaka. Na uzorku od dvadeset repa iz svakog ponavljanja u laboratoriji Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu za analizu korena šećerne repe „Venema“ utvrđen je sadržaj šećera i sadržaj nešećera (K, Na i amino N). Iz dobijenih podataka izračunat je prinos korena po jedinici površine, prinos polarizacionog šećera, iskorišćenje šećera i prinos kristalnog šećera. Dobijeni podaci su obrađeni analizom varijanse trofaktorijskog ogleda.

Rezultati i diskusija

Prinos korena

Primenom azotobaktera u ovim ispitivanjima ostvaren je prosečni prinos korena od $70,26 \text{ t ha}^{-1}$ što je za $1,71 \text{ t ha}^{-1}$ više od kontrole. Pozitivan

Tabela 1. Efekat inokulacije sa *Azotobacter chroococcum* na prinos korena šećerne repe (t ha^{-1})
Table 1. Effect of inoculation of *Azotobacter chroococcum* on the yield of sugar beet roots

Način primene Type of Application (NA)	Godina Year (G)	Kontrola Control	Azotobacter chroococcum (A)					Prosek Average
			Soj Strain 1	Soj Strain 5	Soj Strain 8	Soj Strain 10	Soj Strain 14	
A	2008	64,17	64,93	64,84	66,54	66,49	64,45	65,45
	2009	70,84	68,61	70,63	67,33	70,61	70,25	69,49
	Prosek Average	67,51	66,77	67,74	66,94	68,55	67,35	67,48
B	2008	67,49	67,70	66,63	67,91	67,65	67,71	67,52
	2009	73,67	79,03	78,79	77,56	74,75	80,08	78,04
	Prosek Average	70,58	73,37	72,71	72,75	71,20	73,90	72,79
C	2008	63,97	64,99	66,16	69,43	67,72	65,45	66,75
	2009	71,18	70,66	68,64	76,00	79,94	76,34	74,32
	Prosek Average	67,58	67,83	67,40	72,72	73,83	70,89	70,54
Prosek A, B, C Average A, B, C		68.55	69,32	69,28	70,80	71,19	70,71	70,26
	G	A	NA	G/A	G/NA	A/NA	G/A/NA	
LSD 0,05	1,10	1,90	1,35	2,69	1,90	3,29	4,66	
0,01	1,40	2,52	1,78	3,56	2,52	4,36	6,16	
CV (%)	4,75							

uticaj na prinos korena ispoljili su svi primenjeni sojevi azotobaktera, a povećanje u odnosu na kontrolu kretalo se od 0,73 t ha⁻¹ kod soja 5 do 2,64 t ha⁻¹ kod soja 10. Maksimalno povećanje prinosa korena od 6,25 t ha⁻¹ ostvareno je inokulacijom semena sa sojem 10. Primenom azotobaktera preko zemljišta neposredno pred setvu nije bilo povećanja prinosa korena. Inokulacijom semena i primenom azotobaktera preko zemljišta pred prvu međurednu kultivaciju prinos korena povećan je za 2,96 t ha⁻¹, odnosno za 2,21 t ha⁻¹ (Tab. 1).

U svojim istraživanjima, Mrkovački i sar. (2007) su dobili povećanje prinosa korena šećerne repe kod tri ispitivane sorte na tri lokaliteta od 7% tj. 5 t ha⁻¹. Na proizvodnim parcelama na području Vojvodine, prinos korena korišćenjem smeše sojeva NS-Betafixin povećan je za 3,08 t ha⁻¹ u 2007. a za 6,18 t ha⁻¹ u 2008. Raniji rezultati istraživanja (Čačić i sar. 2003) pokazali su povećanje prinosa korena kod tri hibridne sorte šećerne repe primenom azotobaktera od 0,65 t ha⁻¹ do 3,7 t ha⁻¹. Fikretin et al. (2004) navode da je povećanje prinosa šećerne repe inokulacijom bilo od 6% do 11% u odnosu na kontrolu.

Sadržaj šećera

Primenom azotobaktera u ovim ispitivanjima ostvareno je povećanje sadržaja šećera od 0,14%. Svih pet primenjenih sojeva azotobaktera ispoljilo je pozitivan uticaj na sadržaj šećera, a povećanje u odnosu na kontrolu bilo je od 0,04% kod soja 14 do 0,24% kod soja 5. Najizraženiji pozitivan uticaj na sadržaj šećera, od 0,37% bio je ostvaren tretiranjem zemljišta pred prvu međurednu kultivaciju sa sojem 10. Tretiranjem zemljišta azotobakterom pred prvu međurednu kultivaciju ostvaren je najizraženiji pozitivni efekat na sadržaj šećera. Povećanje u odnosu na kontrolu iznosilo je 0,18% (Tab. 2).

Rezultati autora Gecić i sar. (2007) pokazuju povećanje sadržaja šećera za sve tri ispitivane sorte, kako tretiranjem semena tako i tretiranjem zemljišta smešom sojeva azotobaktera.

Prinos polarizacionog šećera

Primenom azotobaktera u ovim ispitivanjima ostvaren je prosečni prinos polarizacionog šećera od 11,65 t ha⁻¹, što je povećanje u odno-

Tabela 2. Efekat inokulacije sa *Azotobacter chroococcum* na sadržaj šećera (%)
Table 2. Effect of inoculation of *Azotobacter chroococcum* on sugar content (%)

Način primene Type of Application (NA)	Godina Year (G)	Kontrola Control	Azotobacter chroococcum (A)					Prosek Average
			Soj Strain 1	Soj Strain 5	Soj Strain 8	Soj Strain 10	Soj Strain 14	
A	2008	16,85	16,85	17,07	17,12	16,84	16,85	16,95
	2009	16,38	16,29	16,36	16,28	16,65	16,17	16,35
	Prosek Average	16,62	16,57	16,72	16,70	16,75	16,51	16,65
B	2008	16,50	16,92	16,82	16,78	17,30	16,90	16,94
	2009	16,43	16,18	16,80	16,12	16,38	16,27	16,35
	Prosek Average	16,47	16,55	16,81	16,45	16,84	16,59	16,65
C	2008	16,84	16,80	16,85	16,80	16,66	16,89	16,80
	2009	16,07	16,30	16,23	16,41	15,97	15,85	16,15
	Prosek Average	16,46	16,55	16,54	16,61	16,32	16,37	16,48
Prosek A, B, C Average A, B, C		16,45	16,56	16,69	16,58	16,63	16,49	16,59
	G	A	NA	G/A	G/NA	A/NA	G/A/NA	
LSD 0,05	0,13	0,22	0,15	0,31	0,22	0,38	0,54	
0,01	0,17	0,29	0,20	0,41	0,29	0,51	0,71	
CV (%)	2,31							

Tabela 3. Efekat inokulacije sa *Azotobacter chroococcum* na prinos polarizacionog šećera (t ha⁻¹)
 Table 3. Effect of inoculation of *Azotobacter chroococcum* on polarized sugar yield (t ha⁻¹)

Način primene Type of Application (NA)	Godina Year (G)	Kontrola Control	Azotobacter chroococcum (A)					Prosek Average
			Soj Strain 1	Soj Strain 5	Soj Strain 8	Soj Strain 10	Soj Strain 14	
A	2008	10,82	10,95	11,07	11,41	11,20	10,86	11,10
	2009	11,36	11,18	11,56	10,96	11,76	11,36	11,36
	Prosek Average	11,09	11,07	11,32	11,19	11,48	11,11	11,23
B	2008	11,16	11,47	11,20	11,40	11,71	11,43	11,44
	2009	12,10	12,79	13,23	12,50	12,23	13,03	12,76
	Prosek Average	11,63	12,13	12,22	11,95	11,97	12,23	12,10
C	2008	10,77	10,92	11,14	11,69	11,26	11,06	11,21
	2009	11,44	11,52	11,13	12,47	12,77	12,10	12,00
	Prosek Average	11,11	11,22	11,14	12,08	12,02	11,58	11,61
Prosek A, B, C Average A, B, C		11,27	11,47	11,56	11,74	11,82	11,64	11,65

	G	A	C	G/A	G/NA	A/NA	G/A/NA
LSD 0,05	0,21	0,37	0,26	0,52	0,37	0,64	0,90
0,01	0,28	0,49	0,34	0,69	0,49	0,84	1,19
CV (%)	5,54						

su na kontrolu od 0,38 t ha⁻¹. Pozitivan uticaj na prinos polarizacionog šećera ispoljili su svi primenjeni sojevi, a povećanje je bilo od 0,20 t ha⁻¹ kod soja 1 do 0,55 t ha⁻¹ kod soja 10. Značajno veći prinos polarizacionog šećera u odnosu na kontrolu ostvaren je primenom sojeva 8, 10 i 14. Povećanje prinosa polarizacionog šećera iznad 0,90 t ha⁻¹ ostvareno je inokulacijom semena sojevima 8 i 10. Primenom azotobaktera preko zemljišta neposredno pre setve, ostvaren je njegov najslabiji uticaj na prinos polarizacionog šećera. Povećanje u odnosu na kontrolu iznosilo je svega 0,14 t ha⁻¹. Znatno izraženiji pozitivan uticaj na prinos polarizacionog šećera ispoljen je inokulacijom semena azotobakterom i njegovom primenom preko zemljišta pre prve međuredne kultivacije, u datim slučajevima prinos polarizacionog šećera povećan je za 0,50 t ha⁻¹, odnosno za 0,47 t ha⁻¹ (Tab. 3). Navedene razlike statistički su značajne.

Primenom azotobaktera povećan je prinos polarizacionog šećera kod sve tri sorte u obe godine ispitivanja. Najveći procenat povećanja bio je kod sorte Sara 6,57% ili 0,66 t ha⁻¹ (Gecić i sar. 2007).

Prinos kristalnog šećera

Primenom azotobaktera ostvaren je prosečni prinos kristalnog šećera od 10,01 t ha⁻¹. Povećanje u odnosu na kontrolu bilo je 0,30 t ha⁻¹. Pozitivan uticaj na prinos kristalnog šećera ispoljen je kod svih pet sojeva azotobaktera, a povećanje u odnosu na kontrolu bilo je 0,07 t ha⁻¹ kod soja 5 do 0,50 t ha⁻¹ kod soja 10. Značajno veći prinos kristalnog šećera od kontrole ostvaren je primenom sojeva 8, 10 i 14.

Maksimalno povećanje prinosa kristalnog šećera od 0,86 t ha⁻¹ ostvareno je inokulacijom semena sa sojem 8. Tretiranjem zemljišta azotobakterom neposredno pre setve ostvaren je prosečni prinos kristalnog šećera od 9,70 t ha⁻¹, što je povećanje u odnosu na kontrolu od 0,19 t ha⁻¹. Mnogo izraženiji pozitivni uticaj azotobaktera na prinos kristalnog šećera ispoljen je inokulacijom semena i tretiranjem zemljišta pred prvu međurednu kultivaciju. Povećanje je iznosilo 0,46 t ha⁻¹ odnosno 0,35 t ha⁻¹ (Tab. 4).

Mrkovački i sar. (2007) dobili su povećanje prinosa kristalnog šećera od 6% tj. 600 kg ha⁻¹ inkorporacijom azotobaktera u zemljište. Na proizvodnim parcelama na području Vojvodine, korišćenjem NS-Betafixina, prinos kristalnog šećera

Tabela 4. Efekat inokulacije sa *Azotobacter chroococcum* na prinos kristalnog šećera (t ha⁻¹)
 Table 4. Effect of inoculation of *Azotobacter chroococcum* on crystal sugar yield (t ha⁻¹)

Način primene Type of Application (NA)	Godina Year (G)	Kontrola Control	Azotobacter chroococcum (A)					Prosek Average
			Soj Strain 1	Soj Strain 5	Soj Strain 8	Soj Strain 10	Soj Strain 14	
A	2008	9,53	9,62	9,75	10,07	9,87	9,55	9,77
	2009	9,49	9,40	9,74	9,28	10,03	9,63	9,62
	Prosek Average	9,51	9,51	9,75	9,68	9,95	9,59	9,70
B	2008	9,86	10,14	9,86	10,02	10,37	10,05	10,09
	2009	10,33	10,78	11,28	10,51	10,44	11,07	10,82
	Prosek Average	10,10	10,46	10,57	10,27	10,41	10,56	10,45
C	2008	9,54	9,64	9,83	10,30	9,89	9,75	9,88
	2009	9,53	9,77	9,41	10,49	10,64	10,22	10,11
	Prosek Average	9,54	9,71	9,62	10,40	10,27	9,99	10,00
Prosek A, B, C Average A, B, C		9,71	9,89	9,78	10,11	10,21	10,04	10,01

	G	A	C	G/A	G/NA	A/NA	G/A/NA
LSD 0,05	0,19	0,33	0,24	0,47	0,33	0,58	0,82
0,01	0,26	0,44	0,31	0,63	0,44	0,76	1,09
CV (%)	5,85						

Tabela 5. Efekat inokulacije sa *Azotobacter chroococcum* na ukupan broj mikroorganizama u rizosferi šećerne repe
 Table 5. Effect of inoculation of *Azotobacter chroococcum* on total number of microorganisms in sugar beet rhizosphere

Način primene Type of Application (NA)	Godina Year (G)	Kontrola Control	Azotobacter chroococcum (A)					Prosek Average
			Soj Strain 1	Soj Strain 5	Soj Strain 8	Soj Strain 10	Soj Strain 14	
A	2008	214,17	226,88	249,25	218,16	212,27	233,68	228,05
	2009	198,62	205,12	230,37	189,22	248,82	234,00	221,51
	Prosek Average	206,40	216,00	239,81	203,69	230,55	233,84	224,78
B	2008	179,04	258,94	168,70	227,13	239,83	226,47	224,21
	2009	133,58	297,63	214,07	155,25	180,05	208,28	211,06
	Prosek Average	156,31	278,29	191,39	191,19	209,94	217,38	217,64
C	2008	205,49	191,42	246,58	238,79	224,87	235,05	227,34
	2009	182,53	244,59	205,44	187,25	249,95	268,60	231,17
	Prosek Average	194,01	218,01	226,01	213,02	237,41	251,83	229,26
Prosek A, B, C Average A, B, C		185,57	237,43	219,07	202,63	225,97	234,35	223,89

Tabela 6. Efekat inokulacije sa *Azotobacter chroococcum* na broj azotobaktera u rizosferi šećerne repeTable 6. Effect of inoculation of *Azotobacter chroococcum* on number of azotobacter in sugar beet rhizosphere

Način primene Type of Application (NA)	Godina Year (G)	Kontrola Control	Azotobacter chroococcum (A)					Prosek Average
			Soj Strain 1	Soj Strain 5	Soj Strain 8	Soj Strain 10	Soj Strain 14	
A	2008	22,03	33,75	31,32	40,70	41,12	28,97	35,16
	2009	19,52	38,33	31,72	30,68	26,37	29,84	31,39
	Prosek Average	20,78	36,04	31,52	35,69	33,75	29,41	33,28
B	2008	27,96	40,30	45,24	40,06	40,97	46,65	42,64
	2009	25,78	34,80	30,41	39,33	26,47	40,05	34,21
	Prosek Average	26,87	37,55	37,83	39,70	33,72	43,35	38,43
C	2008	22,29	34,24	47,16	37,55	28,52	55,17	40,52
	2009	20,60	36,98	49,77	47,24	33,65	43,69	42,27
	Prosek Average	21,45	35,61	48,47	42,40	31,09	49,43	41,40
Prosek A, B, C Average A, B, C		23,03	36,40	39,27	39,26	32,85	40,73	37,70

povećan je u 2007. za 680 kg ha⁻¹, a u 2008. za 1.050 kg ha⁻¹ (Mrkovački i sar. 2009).

Rodelas et al. (1999) su pokazali da azotobakter povećava prinos kod šećerne repe, šargarepe i kupusa oko 10%.

Ukupan broj mikroorganizama

Ukupan broj mikroorganizama inokulacijom je bio veći od kontrole. Prosečan ukupan broj mikroorganizama bio je 223,89 što je za 20,6% veći od kontrole. Pozitivan uticaj na ovo svojstvo pokazali su svi ispitivani sojevi, a povećanje u odnosu na kontrolu kretalo se od 9,1% kod soja 8 do 27,9% sa sojem 1. Aplikacija sojeva pred prvu međurednu kultivaciju (B) imala je najveći uticaj na povećanje ukupnog broja mikroorganizama, sa povećanjem u odnosu na kontrolu od 39,2%. Manji pozitivan efekat pokazalo je dodavanje inokuluma na seme (C) (18,16%) i inkorporacija (A) (8,9%) (Tab. 5).

Naša ranija istraživanja (Mrkovački i sar. 2006, Mrkovački i sar. 2008) pokazala su povećanje ukupnog broja mikroorganizama u rizosferi šećerne repe inokulisanih varijanti sa sojevima azotobaktera za 45,7% i od 35–118% u odnosu na kontrolu. Takođe, rezultati Mrkovački i sar. (2009) sa proizvodnih parcela na području Vojvodine, inokulisanih sa smešom sojeva NS Betafixin, pokazuju povećan ukupni broj mikroorganizama za 57% u 2007. a za 63% u 2008.

Broj azotobaktera

Broj azotobaktera povećan je inokulacijom sa svim ispitivanim sojevima. U proseku, nezavisno od načina inokulacije, bio je 37,7 što je za 63,7% veći od kontrole. Povećanje se kretalo od 76,8% sa sojem 14 do 42,6% sa sojem 10. Najveći pozitivan uticaj na broj azotobaktera ostvaren je na varijanti (C), tj. nanošenjem na seme od 93%, a zatim inkorporacijom (A) od 60,15% i sa varijantom (B) (Tab. 6).

Slične rezultate, tj. povećanje broja azotobaktera u rizosferi šećerne repe inokulacijom sa sojevima *Azotobacter chroococcum* od 17% (Mrkovački i sar. 2006) u odnosu na kontrolu, a od 34% u 2007. i 47% u 2008. dobijeno je na proizvodnim parcelama na području Vojvodine (Mrkovački i sar. 2009).

Ebrahimi et al. (2007) zaključuju da PGPR uključujući i azotobakter imaju prednost u poređenju sa mineralnim đubrivima čime opravdavaju svoju primenu.

Zaključci

Na osnovu dvogodišnjih ispitivanja uticaja pet sojeva *Azotobacter chroococcum* na prinos i kvalitet šećerne repe, kao i na ukupan broj mikroorganizama i azotobaktera u rizosferi, pri različitim načinima aplikacije, mogu se izvesti sledeći zaključci:

- *Azotobacter chroococcum* je ispoljio veoma izražen pozitivan uticaj na prinos korena šećerne

repe, pozitivan uticaj na sadržaj šećera i veoma izražen pozitivan uticaj na prinos šećera.

- Inokulacijom je povećan ukupan broj mikroorganizama i broj azotobaktera u rizosferi šećerne repe. Najveći efekat pokazali su sojevi 1 i 14 u povećanju ukupnog broja mikroorganizama, a sojevi 10 i 14 u broju azotobaktera.

- Između ispitivanih sojeva su utvrđene razlike u delovanju na prinos i kvalitet šećerne repe, a izraženijim pozitivnim uticajem na ova svojstva izdvajaju se sojevi 8 i 10.

- Bolji efekat na prinos i kvalitet šećerne repe ispoljen je pri inokulaciji semena i pri tretiranju zemljišta pred prvu međurednu kultivaciju.

- Najbolji efekat u povećanju brojnosti mikroorganizama dobijen je na varijanti tretiranja zemljišta pred prvu međurednu kultivaciju.

- Najbolja preporuka za primenu *Azotobacter chroococcum* kod šećerne repe je tretiranje zemljišta pred prvu međurednu kultivaciju.

Literatura

- Chet I, Chernin L (2002): Biocontrol, microbial agents in soil. In: Bitton G (ed), Encyclopedia of Environmental Microbiology. John Wiley and Sons Inc., New York, USA, 45-465
- Ebrahimi S, H Iran Nejad, A H Shirani Rad, G Abbas Akbari, R Amiry, Modarres Sanavy S A M (2007): Effect of *Azotobacter chroococcum* Application on Quantity and Quality Forage of Rapeseed Cultivars. Pak. J. Biol. Sci. 10: 3126-3130
- Čačić N, Mrkovački Nastasija, Mezei Snežana, Kovačev L (2003): Efekat primene *Azotobacter chroococcum* u šećernoj repi. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo 38: 271-280
- Sahin F, Cakmakci R, Kantar F (2004): Sugar beet and barley yields in relation to inoculation with N₂-fixing and phosphate solubilizing bacteria. Plant Soil 265: 123-129
- Gecić J, Mrkovački N, Čačić N (2007): Primena različitih tipova inokulacije šećerne repe sa *Azotobacter chroococcum*. Letopis naučnih radova Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu 1: 47-54
- Glick B R, Patten C L, Holguin G, Penrose D M (1999): Biochemical and genetic mechanisms used by plant growth-promoting bacteria. Imperial College Press, London, UK
- Jarak M, Đurić S (2004): Praktikum iz mikrobiologije, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad
- Mrkovački N, Milić V (2001): Use of *Azotobacter chroococcum* as potentially usefull in agricultural application (Review). Ann. Microbiol. 51: 145-159
- Mrkovački N, Mezei S (2003): Primena sojeva *Azotobacter chroococcum* NS-Betafixina u gajenju šećerne repe. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo 39: 49-58
- 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 43: 201-207
- Mrkovački N, Mezei S, Čačić N, Kovačev L, Nagl N (2008): Biogenost rizosfere šećerne repe inokulisane sa *Azotobacter*

chroococcum. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo 45: 241-245

Mrkovački N, Mezei S, Čačić N, Kovačev L, Nagl N (2009): Efekat primene mikrobiološkog đubriva za šećernu repu. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo 46: 175-180

Rodales B, Gonzales-Lopez J, Pozo C, Salmeron V, Martinez-Toledo M V (1999): Response of faba been (*Vicia faba* L.) to combined inoculation with azotobacter and Rhizobium leguminosarum bv.Viciae. Al. Soil Ecol. 12: 51-59

Effect of *Azotobacter Chroococcum* Application Type on Microorganisms in the Rhizosphere and Sugar Beet Yield

Nastasija Mrkovački¹ · Nikola Čačić¹ · Janja Kuzevski² · Lazar Kovačev¹ · Snežana Mezei¹ · Nevena Nagl¹ · Dragana Bjelić¹

¹Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Serbia

²Institute for Application of Science in Agriculture, Bulevar despota Stefana 68 b, 11000 Beograd, Srbija

Summary: Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) are a group of diverse soil bacteria which stimulate the growth of the host plant. It has been shown that *Azotobacter chroococcum* may be used as biofertilizer for increasing the yield and improving technological characteristics of sugar beet. The effect of three different ways of inoculation of sugarbeet with *Azotobacter chroococcum* on the production features of sugar beet and microbiological status of rhizosphere soil has been tested. One variety of sugar beet, Drena, was included in the tests in the region Rimski Šančevi, Novi Sad, during 2008 and 2009. Five strains of *Azotobacter chroococcum* (1, 5, 8, 10 and 14) were used as microbiological fertilizers. There were three variations of inoculation: (A) incorporation in the soil, (B) before the first cultivation, and (C) applying the liquid culture of strain on the seed before sowing. The highest increase in yield of sugar beet roots 6.25 t ha⁻¹ and yield of white sugar 0.91 t ha⁻¹ was achieved with strain 10 with variant of inoculation of soil before the first cultivation. In both years, a positive effect of *Azotobacter chroococcum* was observed on the total number of microorganisms in the rhizosphere.

Key words: *Azotobacter chroococcum*, root yield, sugar beet, sugar content, total microbial number, yield