

PRIMENA RAZLIČITIH TIPOVA INOKULACIJE ŠEĆERNE REPE SA *Azotobacter chroococcum*

Gecić Jelena¹, Mrkovački Nastasija, Čačić Nikola

REZIME

U radu je ispitivan efekat dva načina inokulacije azotobakterom na proizvodna svojstva šećerne repe. U ispitivanja su uključene tri sorte šećerne repe Sara, Lara i Drena, na lokalitetu Sombor tokom 2004. i 2005. godine. Kao inokulanti korištena su tri soja *Azotobacter chroococcum* (5, 8, 14) izolovana iz rizosfere šećerne repe. Sojevi su odabrani jer su u prethodnim ispitivanjima pokazali najbolju asocijativnost sa ispitivanim sortama šećerne repe. Ogled je imao tri varijante: Prva – kontrolna bez dodavanja smeše tri soja azotobaktera, druga varijanta bila je nanošenje tečne kulture smeše tri soja azotobaktera na seme pre setve, a treća- dodavanje smeše tri soja u zemljište uz istovremenu inkorporaciju. U obe godine ispoljen je pozitivan uticaj azotobaktera na prinos korena i sadržaj šećera kod sve tri sorte. Kao rezultat pozitivnog uticaja azotobaktera na prinos korena i sadržaj šećera, visoko značajno je povećan prinos kristalnog šećera u odnosu na kontrolnu varijantu.

Ključne reči: *Azotobacter chroococcum*, inokulacija, šećerna repa, prinos korena, sadržaj šećera, prinos kristalnog šećera

Uvod

Azotobakter živi u zemljištima neutralne do blago alkalne reakcije. U rizosfernom zemljištu njegova zastupljenost je veća nego u okolnom zemljištu. U zemljištima našeg klimatskog područja azotobakter je zastupljen od nekoliko stotina do desetina hiljada u zavisnosti od fizičko-hemijskih svojstava zemljišta, agrotehničkih mera, ali i biljne vrste (Milošević, 1988; Govedarica et al., 1993). U procesu azotofiksacije na jedan hektar obradivog zemljišta azotobakter za godinu dana fiksira 20–60 kg, a prema nekim autorima i do 150 kg (Döberainer et al., 1972; Umarov, 1982; Govedarica et al., 1994). Azotobakter u asocijaciji sa biljkom domaćinom rezultira stimulaciju rasta domaćina pošto sintetiše ma-

¹ Dipl. ing. Jelena Gecić, dr Nastasija Mrkovački, naučni savetnik, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, dr Nikola Čačić, naučni savetnik, Institut za ratarstvo i povrtarstvo

terije tipa auksina, giberelina, citokinina i vitamina koje povoljno deluju na mnoge fiziološke procese kod biljaka.

Težnja održive poljoprivrede je da se smanji upotreba azotnih đubriva na račun biođubriva. Povećano đubrenje šećerne repe azotnim mineralnim đubrivima utiče na povećanje prinosa korena, pad sadržaja šećera i pogoršanje tehnoloških karakteristika (Čačić i sar., 2001, Mrkovački i Mezei, 2003). Da se azotobakter može koristiti kao biođubrivo zbog svog višestrukog pozitivnog delovanja na šećernu repu pokazali su Steinberga et al. (1996), Antipchuk et al. (1997), Mrkovački i sar. (2001, 2003).

Cilj istraživanja, bio je da se utvrdi efekat dva načina inokulacije smešom sojeva *Azotobacter chroococcum* kod šećerne repe.

MATERIJAL I METOD RADA

U ova istraživanja koja su tokom 2004. i 2005. godine izvedena na lokalitetu Sombor, uključena su tri soja *Azotobacter chroococcum* izolovana iz rizosfere šećerne repe i tri hibridne sorte šećerne repe Sara, Lara i Drena (selekcionisane u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu). Sojevi *Azotobacter chroococcum* 5, 8 i 14 su odabrani jer su u prethodnim ispitivanjima pokazali najbolju asocijativnost sa ispitivanim sortama šećerne repe. Prva varijanta bila je aplikacija smeše navedena tri soja *Azotobacter chroococcum* gustine $10^9/\text{cm}^3$ u zemljište u dozi od 14l/ha, neposredno pre setve uz istovremenu inkorporaciju. Druga varijanta bila je nanošenje na seme pre setve. Treća varijanta je bila kontrola bez dodavanja smeše navedena tri soja. Ogledi su postavljeni u 4 ponavljanja, sa slučajnim rasporedom varijanti. Osnovna parcela se sastojala od 6 redova dužine 10 m, a za utvrđivanje prinosa i kvaliteta korena korištena su 4 unutrašnja reda. Setva je obavljena u trećoj dekadi marta, a vađenje u prvoj dekadi oktobra. Na oglednim parcelama primenjena je agrotehnika koja se preporučuje za šećernu repu u našim agroekološkim uslovima. Prilikom skidanja oglada utvrđen je prinos korena, a na uzorku od 30 repa u laboratoriji za analizu korena šećerne repe „Venema” utvrđen je sadržaj šećera, a potom izračunat prinos polarizacionog šećera i prinos kristalnog šećera.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Prinos korena: Prosečni prinos korena šećerne repe za sve tri ispitivane sorte, ostvaren u dvogodišnjim ispitivanjima sa azotobakterom na kontrolnoj varijanti bio je 68,09 t/ha. Na varijanti sa tretiranim semenom prosečan prinos za sve tri ispitivane sorte iznosio je 69,68 t/ha, a na varijanti u kojoj je inokulant inkorporiran u zemljište 70,14 t/ha (tab. 1).

Prosečno povećanje prinosa dodavanjem smeše sojeva (5,8,14) na seme u odnosu na kontrolnu varijantu je 2,3%, a dodavanjem smeše u zemljište 3,01%.

U proseku za obe godine, najveći procenat povećanja prinosa korena tretiranjem semena, pokazala je sorta Drena sa 5%, dok je tretiranjem zemljišta najveći procenat povećanja prinosa imala sorta Sara 7,2%. Raniji rezultati (Čačić i sar., 2003) pokazali su povećanje prinosa korena kod tri hibridne sorte šećerne repe primenom azotobaktera od 0,65 do 3,7 t/ha.

Tabela 1. Uticaj načina primene *Azotobacter chroococcum* na prinos korena čecerne repe
Table 1. Effect of application of *Azotobacter chroococcum* on the yield of sugarbeet roots

Prinos korena (t/ha) – Root yield (t/ha)					
Tretman Treatment	God. Year	Sorta / Cultivar			Prosek Average
		Sara	Lara	Drena	
Kontr. Control	2004	77.00	72.61	74.32	74.64
	2005	56.93	63.79	63.91	61.54
	Prosek / Average	66.97	68.20	69.12	68.09
Tret. seme Tret. seed	2004	70.85	73.18	75.82	73.28
	2005	67.02	61.77	69.46	66.09
	Prosek / Average	68.94	67.48	72.64	69.68
Tret. zemlj. Tret. soil	2004	77.05	72.46	73.42	74.31
	2005	66.66	64.85	66.43	65.98
	Prosek / Average	71.85	68.65	69.92	70.14

		efekat tretmana	efekat sorte	efekat godine	interakcija tr./sor.	interakcija tr./god.	interakcija sor./god.	interakcija tr./sor./god.
LSD	0.05	2.09	2.09	1.70	3.62	2.95	2.95	5.11
	0.01	3.14	3.14	2.57	5.44	4.44	4.44	7.70

CV (%) 3.74

Sadržaj šećera: Prosečni sadržaj šećera, ostvaren u ovim ispitivanjima iznosio je 14,96% na kontrolnoj varijanti, na varijanti u kojoj je inokulant nanešen na seme 14,98%, a na varijanti u kojoj je inokulant unet u zemljište 14,90% (tab. 2).

Prosečno povećanje sadržaja šećera za sve tri ispitivane sorte, utvrđeno dvogodišnjim ispitivanjem u odnosu na kontrolnu varijantu, iznosilo je 0,13% na varijanti sa tretiranim semenom.

Najveći procenat povećanja sadržaja šećera imala je sorta Sara 0,93% tretiranjem semena smešom sojeva azotobaktera, a tretiranjem zemljišta sorta Lara 0,26%.

Tabela 2. Uticaj načina primene *Azotobacter chroococcum* na sadržaj šećera
Table 2. Effect of application of *Azotobacter chroococcum* on sugar content

Sadržaj šećera (%) – Sugar content (%)					
Tretman Treatment	God. Year	Sorta / Cultivar			Prosek Average
		Sara	Lara	Drena	
Kontr. Control	2004	15.62	15.87	15.63	15.71
	2005	14.19	14.29	14.19	14.22
	Prosek / Average	14.90	15.08	14.91	14.96
Tret. seme Tret. seed	2004	15.67	15.99	15.56	15.74
	2005	14.42	14.18	14.10	14.23
	Prosek / Average	15.04	15.08	14.83	14.98
Tret. zemlj. Tret. soil	2004	15.49	16.13	15.43	15.68
	2005	14.24	14.11	13.99	14.11
	Prosek / Average	14.86	15.12	14.71	14.90

		efekat tretmana	efekat sorte	efekat godine	interakcija tr./sor.	interakcija tr./god.	interakcija sor./god.	interakcija tr./sor./god.
LSD	0.05	0.13	0.13	0.10	0.22	0.18	0.18	0.31
	0.01	0.19	0.19	0.16	0.33	0.33	0.27	0.47

CV (%) 1.05

Prinos polarizacionog šećera: Prosečni prinos polarizacionog šećera u dvogodišnjim ispitivanjima za sve tri ispitivane sorte na kontrolnoj varijanti bio je 10,24t/ha. Na tretiranoj varijanti sa smešom tri soja azotobaktera na seme 10,47t/ha, a inkorporacijom smeše u zemljište 10,48t/ha (tab. 3).

Prosečno povećanje prinosa polarizacionog šećera utvrđeno dvogodišnjim ispitivanjima za sve tri sorte iznosilo je 2,25% na varijanti sa tretiranim semenom, a na varijanti sa tretiranim zemljištem 2,34%.

Primenom azotobaktera povećan je prinos polarizacionog šećera kod sve tri sorte u obe godine ispitivanja, a najveći procenat povećanja imala je sorta Sara 6,57% na varijanti u kojoj je inokulant unet u zemljište.

Tabela 3. Uticaj načina primene *Azotobacter chroococcum* na prinos polarizacionog šećera
Table 3. Effect of application of *Azotobacter chroococcum* on yield of polarizational sugar

Prinos polarizacionog šećera (t/ha) – Yield of polarizational sugar (t/ha)					
Tretman Treatment	God. Year	Sorta / Cultivar			Prosek Average
		Sara	Lara	Drena	
Kontr. Control	2004	12.03	11.52	11.61	11.72
	2005	8.08	9.11	9.07	8.75
	Prosek / Average	10.05	10.32	10.34	10.24
Tret. seme Tret. seed	2004	11.09	11.70	11.79	11.53
	2005	9.66	8.76	9.79	9.40
	Prosek / Average	10.38	10.23	10.79	10.47
Tret. zemlj. Tret. soil	2004	11.93	11.68	11.33	11.65
	2005	9.49	9.15	9.29	9.31
	Prosek / Average	10.71	10.42	10.31	10.48

		efekat tretmana	efekat sorte	efekat godine	interakcija tr./sor.	interakcija tr./god.	interakcija sor./god.	interakcija tr./sor./god.
LSD	0.05	0.32	0.32	0.26	0.55	0.55	0.45	0.77
	0.01	0.47	0.47	0.39	0.82	0.82	0.67	1.16

CV (%) 3.7

Prinos kristalnog šećera: Prosečni prinos kristalnog šećera, ostvaren u dvogodišnjim ispitivanjima na kontrolnoj varijanti iznosio je 8,73t/ha. Na varijanti sa dodatkom inokulanta na seme 8,84t/ha, a sa dodatkom na zemljište 8,85t/ha (tab. 4).

U proseku za sve tri ispitivane sorte, procenat povećanja prinosa kristalnog šećera tretiranjem semena u odnosu na kontrolnu varijantu iznosio je 1,3%, a tretiranjem zemljišta 1,4%.

Najveći procenat povećanja prinosa kristalnog šećera u ovim ispitivanjima imala je sorta Sara na varijanti u kojoj je smeša sojeva azotobaktera uneta u zemljište 5,25% u odnosu na kontrolnu varijantu.

Tabela 4. Uticaj načina primene *Azotobacter chroococcum* na prinos kristalnog šećera
Table 4. Effect of application of *Azotobacter chroococcum* on white sugar yield

Prinos korena (t/ha) – Root yield (t/ha)					
Tretman Treatment	God. Year	Sorta / Cultivar			Prosek Average
		Sara	Lara	Drena	
Kontr. Control	2004	10.35	9.99	10.07	10.14
	2005	6.80	7.70	7.48	7.32
	Prosek / Average	8.57	8.85	8.77	8.73
Tret. seme Tret. seed	2004	9.53	10.14	10.12	9.93
	2005	8.00	7.24	8.04	7.76
	Prosek / Average	8.76	8.69	9.08	8.84
Tret. zemlj. Tret. soil	2004	10.21	10.23	9.77	10.07
	2005	7.83	7.55	7.52	7.64
	Prosek / Average	9.02	8.89	8.64	8.85

		efekat tretmana	efekat sorte	efekat godine	interakcija tr./sor.	interakcija tr./god.	interakcija sor./god.	interakcija tr./sor./god.
LSD	0.05	0.27	0.27	0.22	0.46	0.38	0.38	0.66
	0.01	0.40	0.40	0.33	0.70	0.57	0.57	0.99

CV (%) 3.77

U ovim ispitivanjima je utvrđeno da je primenom smeše sojeva azotobaktera povećan prinos korena u obe varijante tretiranjem semena i tretiranjem zemljišta. Povećanje prinosa korena u odnosu na kontrolnu varijantu kretalo se 1,59–2,05t/ha što je u saglasnosti sa rezultatima većeg broja autora (Sarić i sar. 1991; Steinberga i sar. 2000. i 2001) kod kojih se povećanje prinosa korena kretalo od 1,2–6,5t/ha. Pored povećanja prinosa korena azotobakter je imao i veoma pozitivan uticaj na sadržaj šećera što je utvrđeno i u istraživanjima Antipchuk i sar. (1997), Mrkovački i sar. (2001. i 2002).

ZAKLJUČAK

Na osnovu dvogodišnjih rezultata ispitivanja mogu se izvesti sledeći zaključci:

- Azotobakter je ispoljio pozitivan uticaj na inokulisane biljke šećerne repe u obe varijante i na varijanti u kojoj je inokulant dodat na seme i u varijanti u kojoj je inokulant inkorporiran u zemljište.
- Primena smeše sojeva *Azotobacter chroococcum* uticala je na povećanje prinosa korena, sadržaja šećera i prinosa kristalnog šećera.
- Kao rezultat povećanog prinosa korena, sadržaja šećera i poboljšanih tehnoloških svojstava, smeša sojeva *Azotobacter chroococcum* visoko značajno povećava prinos kristalnog šećera.

LITERATURA

1. Antipchuk, A. F., Rangelova, V. M., Tasyurenko, O. V., Shevchenko, A. I., (1997): Effect of *Azotobacter* on yield and quality of sugar beet, Mikrobiol. Zhurnal, 59: 90–94.
2. Čačić, N., Mrkovački, Nastasija, Mezei, Snežana, Sklenar, P., Rajić, M., (2001): Uticaj *Azotobacter chroococcum* na tehnološke karakteristike šećerne repe, Međunarodni simpozijum Hrana u 21. veku, Subotica. P. 302-304.
3. Čačić, N., Mrkovački, Nastasija, Mezei, Snežana, Kovačev, L., (2003): Efekat primene *Azotobacter chroococcum* u šećernoj repi, Zbornik radova naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo, 38: 271–280.
4. Doberainer, J., Daj, J. M., Dart, P. J. (1972): Nitrogenase activity and oxygen sensitivity of the *Paspalum notatum* – *Azotobacter paspalii* association. J. Gen. Microbiol. 71, No 1, 103–106
5. Govedarica, M., Milošević, N., Jarak M., Bogdanović D., Vojvodić-Vuković, M. (1993): Mikrobiološka aktivnost u zemljištima Vojvodine. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 21, 75–84.
6. Govedarica, M., Jeličić Zora, Jarak Mirjana, Milošević Nada, Pavlović, M. (1994): Ispitivanje efektivnosti različitih vrsta azotobaktera kod kukuruza. Zbornik radova devetog savetovanja agronoma i tehnologa. 14.-16.02., Smederevo, 44–47.
7. Milošević, N. (1988): Zastupljenost slobodnih diazotrofa u rizosferi šećerne repe. Agronomski glasnik, 2/3, 3–12.
8. Mrkovački, Nastasija, Milić, Vera, (2001): Use of *Azotobacter chroococcum* as potentially useful in agricultural application (Review paper) Annales of Microbiology, 51: 145–159.
9. Mrkovački, Nastasija, Mezei, Snežana, (2003): Primena sojeva *Azotobacter chroococcum*-NS-Betafixina u gajenju šećerne repe (Pregledni rad), Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, 39: 49–58.
10. Mrkovački, Nastasija, Mezeji, Snežana, Čačić, N., Kovačev, L., (2003): Primena sojeva *Azotobacter chroococcum* u oplemenjivanju šećerne repe, Zbornik Abstrakata simpozijuma za oplemenjivanje organizama, 1–4 oktobra, Vrnjačka Banja, p.74.
11. Mrkovački, Nastasija, Mezeji, Snežana, Čačić, N., Kovačev, L., (2007): Efekat primene različitih tipova inokulacije šećerne repe, Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo: 201–207.
12. Sarić, R. M., Sarić, Z., Krstić, B. (1991): Specific responses of *Azotobacter* strains and sugar beet genotypes. In Proceedings of the Fifth International Symposium on Nitrogen fixation with Non legumes (Eds.) M. Polsinelli R. Materassi and Vincenzini, Dordrecht, Boston, London, pp. 333–335, Kluwer Academic Publishers.

13. Steinberga V., Apsite A., Bicevskis J., Strikanskia S., Viesturs V. (1996): The effect of Azotobacterin on the crop yield and biological activity of the soil. In: Wojtovich, A. Stepkowska, J., Szlagowska, A. (ed.): Proceedings of 2nd European Nitrogen Fixation Conference, pp. 191. Poznan.
14. Umarov, M. M. (1983): Asocijativna azotofiksacija (osobnosti, produktivnost, značenje v azotnom bilanse počve) Avtoref. Dokt. Dis. M.: MGU, 49 s.

APPLICATION OF DIFFERENT TYPES OF SUGARBEET INOCULATION

by

Gecić Jelena, Mrkovački Nastasija, Čačić Nikola

SUMMARY

In the paper, the effect of different ways of inoculation of sugarbeet with *Azotobacter* on the production features of sugarbeet has been tested. Three varieties of sugarbeet were included in the tests: Sara, Lara and Drena in the region of Sombor, during 2004 and 2005. Three strains of *Azotobacter chroococcum* (5, 8, 14) isolated from rhizosphere of sugarbeet were used as microbiological fertilizer. The mentioned strains were chosen because they demonstrated the best association with the tested varieties of sugarbeet in former testing. There were three variants: the first- control, without adding the mixture of strains. The second was applying the liquid culture of the strains mixture on the seed before sowing, and the third one the mixture in the soil with simultaneous incorporation. In both years, a positive effect of *Azotobacter chroococcum* was noticed on root yield and sugar content with all three varieties. In average for both years, the biggest percentage of root yield growth, seed treatment showed sort Drena with 5%, while on the variant of soil treatment the biggest percentage of root yield growth had Sara sort 7,2%. The biggest percentage of sugar content growth had Sara sort 0,93% in the seed treatment and in the soil treatment Lara sort 0,26%. Usage of *Azotobacter* enlarged yield of polarizational sugar at all three varieties in both years of examinations, and the biggest growth had Sara sort 6,57% in the soil treatment variants. The biggest percentage of growth of the crystal sugar had Sara sort in the soil treatment variants which was 5,25% in comparison to the control variants. As a result of the positive effect of *Azotobacter chroococcum* on root yield and sugar content, the crystal sugar yield has been high significantly increased in comparison to the control.

Key words: Azotobacter chroococcum, inoculation, sugarbeet, root yield, sugar content, crystal shugar yield

Primljeno: 28.09.2007.
Prihvaćeno: 03.10.2007.