

Vplyv aplikácie *Azotobacter chroococcum* na výrobu repy cukrovej a charakteristiku mikroorganizmov v rhizosfére repy cukrovej

EFFECT OF *AZOTOBACTER CHROOCOCCUM* APPLICATION ON PRODUCTION CHARACTERISTICS OF SUGAR BEET AND MICROORGANISMS IN SUGAR BEET RHIZOSPHERE

Nastasija Mrkovački, Snežana Mezei, Lazar Kovačev, Dragana Bjelić – Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Srbsko
Mirjana Jarak – Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Srbsko
Štefan Týr, Tomáš Vereš – Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Vďaka druhov baktérií a ich rôzne špecifické kmene z koreňovej sféry pestovaných rastlín stimulujú ich rast, a preto sú súhrnne označované ako rast rastlín podporujúce rhizobaktérie (PGPR) (8). PGPR stimulujú produktivitu rastlín množstvom mechanizmov, ktoré môžu byť priame alebo nepriame. Priama podpora rastu pomocou PGPR nastane, keď rhizobaktéria produkuje metabolity, ako sú napr. auxíny (4), cytokiníny (3) a gibberelíny (10, 12), ktoré pomáhajú fosfátovému metabolizmu (7). Nepriama podpora rastu pomocou PGPR sa deje prostredníctvom produkcie kyanidu (20) a siderofor rhizobaktériami (25), ktoré eliminujú patogény. Tieto pozitívne účinky PGPR sú využívané v mnohých oblastiach, vrátane organických hnojív, mikrobiálnej rhizo-sanácie (14, 26) a v biopesticídach (1). Keď vezmeme do úvahy pozitívne účinky organických hnojív, hlavnou otázkou je spôsob, ako naočkovať PGPR do poľných podmienok. Existuje niekoľko možností: inokulácia semien alebo sadeníc, očkovanie pôdy, alebo očkovanie samotných rastlín. Formulácia inokula musí byť presne definovaná, tak aby bolo zabezpečené dostatočné množstvo PGPR pre inokuláciu pestovných plodín a tiež pre ich prežitie v prostredí. Cieľom našej trojročnej štúdie

bolo vyhodnotiť účinnosť troch metód inokulácie *Azotobacter chroococcum* do porastov repy cukrovej na základe počtov *A. chroococcum* v celkovom množstve mikroorganizmov v koreňovej sfére a ich vplyv na úrodu koreňa a kvalitu repy cukrovej na konci vegetačného obdobia.

Materiál a metóda

Experimenty boli vykonané v roku 2008, 2009 a 2010 na lokalite Rimski Šančevi. Bolo použitých päť kmeňov *Azotobacter chroococcum* (1, 6, 7, 9 a 13) zo zbierok Ústavu poľných plodín a zeleniny v Novom Sade (NSCNFB, ako je zapísaný v WDCM) a repa cukrová odrody Drena vyšľachtená na Ústave. Kmene boli kultivované na médiu Fiodorov v tekutej kultúre, hustota bola 10^9 buniek na 1 cm^3 .

Boli testované tri rôzne metódy aplikácie *Azotobacter chroococcum*: (A) zapracovanie do pôdy priamo pred výsevom, (B) aplikácia inokula na povrch pôdy pred prvou medziriadkovou kultiváciou a (C) očkovanie osiva *A. chroococcum* pred výsevom. Pôda bola ošetrovaná $2\text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ inokula pridaných do $300\text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ vody. Osivo bolo naočkované $300\text{ ml}\cdot\text{su}^{-1}$ inokula (su = 100 000 semien).

Experimenty boli vykonávané v štyroch opakovaníach. Dĺžka pokusného políčka bola 10 m, šírka bola 2 m. Počítaná plocha bola $9,6\text{ m}^2$ (dva vnútorné riadky bez hraničných riep). Siatie bolo vykonané sejacími strojmi, so sponom $50 \times 10\text{ cm}$. Po vzídení, vo fáze prvého páru pravých listov, bola redukovaná hustota porastu na vzdialenosť 20 cm v riadku.

Vo všetkých troch rokoch a štyroch opakovaníach, boli odobraté vzorky pôdy na mikrobiologickú analýzu v troch termínoch (koncom mája, koncom júla a koncom septembra). Celkový počet mikroorganizmov v pôde sa zisťoval na agare (riedenie 10^6), početnosť druhu *Azotobacter* na Fiodorovom médiu (riedenie 10^2) (11).

Pokusné parcelky boli zberané v prvej polovici októbra vo všetkých troch rokoch. Hmotnosť koreňa a počet rastlín boli stanovené v čase zberu. Bolo odobratých 25 riep z každého

Tab. 1. Vplyv inokulácie s *Azotobacter chroococcum* na úrodu repy cukrovej

Spôsob použitia (NA)	Rok (G)	Kontrola	Azotobacter chroococcum (A)					Priemer
			Kmeň 1	Kmeň 5	Kmeň 8	Kmeň 10	Kmeň 14	A/NA
			Úroda buliev repy cukrovej (t.ha ⁻¹)					
A	2008	64,17a	64,93a	64,84a	66,54a	66,49a	64,45a	72,84B
	2009	70,84a	68,61a	69,97a	67,33b	70,61a	70,25a	
	2010	75,36c	85,69b	88,84a	81,93c	86,68a	83,50bc	
B	2008	67,49a	67,70a	66,63a	67,91a	67,65a	67,71a	76,90A
	2009	73,67bc	79,28a	78,79a	77,55a	74,75b	80,08a	
	2010	85,34b	87,78ab	86,74ab	79,53c	87,41ab	88,24a	
C	2008	63,97d	64,74cd	66,16abc	69,43a	67,72abc	65,45bcd	74,94AB
	2009	71,18c	70,66cd	68,28d	75,13b	80,03a	76,34b	
	2010	83,72b	85,82b	86,08b	79,47c	90,59a	84,10b	
Priemer (A)		72,8C	75,02B	75,15B	73,87BC	76,88A	75,57AB	

LSD (0,05) A: 1,53 NA: 1,43 G/A: 2,65

opakovania ako vzorky, v laboratóriu bol analyzovaný obsah cukrov a obsah K, Na a α -amino N na analyzátore Venema.

Získané údaje boli použité pre výpočet úrody koreňa na jednotku plochy, výpočet úrody cukru, miery využitia cukru a úrody bieleho cukru. Získané výsledky boli štatisticky analyzované trojfaktorovou analýzou rozptylu (15).

Výsledky a diskusia

Úroda koreňa

Priemerná úroda buliev cukrovej repy, dosiahnutá v tejto štúdii v dôsledku aplikácie kmeňov *Azotobacter*, bola 75,30 t.ha⁻¹ alebo o 2,44 t.ha⁻¹ vyššia, ako pri kontrole. Všetky kmene *Azotobacter* mali pozitívny vplyv na úrodu repy cukrovej. Úroda sa zvyšuje, v porovnaní s kontrolou, v rozmedzí od 1,01 t.ha⁻¹ pre kmeň 8 do 4,02 t.ha⁻¹ pre kmeň 10. Kmene 1, 5, 10 a 14 dosiahli preukazné zvýšenie úrody koreňa. Vplyv *A. chroococcum* na úrodu koreňa repy cukrovej bol pozitívny pri všetkých troch spôsoboch aplikácie. Úroda sa zvyšuje v porovnaní s kontrolou v rozmedzí od 1,68 t.ha⁻¹, v prípade použitia *A. chroococcum* pred prvou medziriadkovou kultiváciou, k 3,26 t.ha⁻¹, v prípade aplikácie *A. chroococcum* priamo pred sejbou. Účinok *A. chroococcum* na úrodu koreňa repy cukrovej bol pozitívny vo všetkých troch rokoch. Úroda sa zvyšuje v porovnaní s kontrolou v rozmedzí od 1,35 t.ha⁻¹ v roku 2008 do 4,02 t.ha⁻¹ v roku 2010. Maximálne zvýšenie výnosu koreňa, 12,4 % alebo 8,85 t.ha⁻¹, bolo dosiahnuté v roku 2009 pomocou metódy ošetrovania semien kmeňom 10 (tab. I.).

Pozitívne účinky *Azotobacter* na úrodu repy cukrovej boli zaznamenané mnohými autormi (13, 23, 24, 2 apod.). SAHIN ET AL. (22) vykazujú zvýšenie úrody repy cukrovej v rozmedzí 6 až 11 %. Štúdiom niekoľkých kmeňov *Azotobacter* sa zaoberala MRKOVAČKI ET AL. (18). Zistili, že v priemere stúpla úroda buliev o 7 % (5 t.ha⁻¹). Použitie zmesi kmeňov *Azotobacter* (NS-Betafixin) zvýšilo úrodu cukrovej repy na pokusných parcelách o 4,5 % (3,08 t.ha⁻¹) v roku 2007 a o 9,0 % (6,18 t.ha⁻¹) v roku 2008 (20).

Cukornatosť

Priemerná cukornatosť získaná v tejto štúdii po aplikácii *A. chroococcum* bola 15,63 %. Kmeň 1 mal o 0,05 % nižší obsah cukru ako kontrola, zatiaľ čo kmene 5, 8, 10 a 14 mali vyšší obsah cukru ako kontrola, ale rozdiely neboli štatisticky významné. Účinok *A. chroococcum* na obsah cukru (+0,26 % v porovnaní s kontrolnou) bol pozitívny, ak bol aplikovaný pred prvou medziriadkovou kultiváciou. Účinok *A. chroococcum* bol veľmi nízky (+0,04 %), ak bol aplikovaný pred výsevom, a negatívny (-0,10 %) pri priamom ošetrovaní osiva. Negatívne dopady *Azotobacter* na obsah cukru boli zaznamenané v roku 2010, kedy bolo

Tab. II. Vplyv inokulácie s *Azotobacter chroococcum* na cukornatosť

Spôsob použitia (NA)	Rok (G)	Kontrola	<i>Azotobacter chroococcum</i> (A)					Priemer
			Kmeň 1	Kmeň 5	Kmeň 8	Kmeň 10	Kmeň 14	A/NA
			Cukornatosť (%)					
A	2008	16,85a	16,85a	17,07a	17,12a	16,84a	16,85a	15,66A
	2009	16,04c	16,29bc	16,36ab	16,28bc	16,65a	16,17bc	
	2010	14,00a	13,53c	13,70abc	13,91ab	13,78abc	13,60bc	
B	2008	16,63b	16,92b	16,67b	16,78b	17,30a	16,90b	15,68A
	2009	16,17b	16,16b	16,80a	16,24b	16,38b	16,27b	
	2010	13,60b	13,67b	13,98ab	14,18a	13,84b	13,83b	
C	2008	16,84a	16,18b	16,85a	16,80a	16,66a	16,89a	15,52A
	2009	16,04bc	16,43a	16,27ab	16,41a	15,97b	15,85c	
	2010	13,89a	13,68abc	13,49c	13,62ab	13,56ab	13,85ab	
Priemer (A)		15,56A	15,52A	15,69A	15,70A	15,66A	15,58A	

LSD (0,05) A: 0,18 NA: 0,13 G/A: 0,32

Tab. III. Vplyv inokulácie s *Azotobacter chroococcum* na úrodu polar. cukru

Spôsob použitia (NA)	Rok (G)	Kontrola	<i>Azotobacter chroococcum</i> (A)					Priemer
			Kmeň 1	Kmeň 5	Kmeň 8	Kmeň 10	Kmeň 14	A/NA
			Úroda polarizujúceho cukru (t.ha ⁻¹)					
A	2008	10,82b	10,95ab	11,07ab	11,41a	11,20ab	10,86b	11,30B
	2009	11,36abc	11,18bc	11,45ab	10,96c	11,76a	11,36abc	
	2010	10,55d	11,59bc	12,17a	11,40c	11,94b	11,36c	
B	2008	11,23ab	11,47ab	11,10b	11,40ab	11,71a	11,43ab	11,97A
	2009	11,91c	12,81ab	13,24a	12,59b	12,23bc	13,03ab	
	2010	11,61b	12,00ab	12,12a	11,27b	12,10a	12,2a	
C	2008	11,23ab	11,47ab	11,10b	11,40ab	11,71a	11,43ab	11,64AB
	2009	11,44c	11,60c	11,11cd	12,33ab	12,79a	12,10b	
	2010	11,66b	11,74b	11,60b	10,82c	12,30a	11,64b	
Priemer (A)		11,31C	11,65B	11,66B	11,51BC	11,97A	11,62B	

LSD (0,05) A: 0,28 NA: 0,20 G/A: 0,48

inokulum aplikované pred výsadbou (-0,30 %) a pri očkovaní osiva (-0,25 %) (tab. II.). GECÍ ET AL. (9) zistili, že sa obsah cukru zvýšil v troch kultivaroch, keď bola pôda ošetrovaná zmesou kmeňov *Azotobacter*. Trojročná štúdia vplyvu *A. chroococcum* na vlastnosti cukrovej repy vykonávané MRKOVAČKI ET AL. (16) ukázala, že obsah cukru sa zvýšil vo vzťahu k riadeniu o 0,17 %. Podobné výsledky – zvýšenie obsahu cukru o 0,32 % v reakcii na *A. chroococcum* – boli získané ČACÍ ET AL. (5).

Vypočítaná úroda cukru

Priemerná úroda cukru v tomto výskume bola 11,68 t.ha⁻¹, tj. zvýšenie oproti kontrole o 0,46 t.ha⁻¹. Výrazne vyššie výťažnosti cukru boli dosiahnuté použitím všetkých piatich kmeňov *Azotobacter*. Bolo zaznamenané zvýšenie od 0,28 t.ha⁻¹ v prípade kmeňa 8 a 0,66 t.ha⁻¹ v prípade kmeňa 10 oproti kontrole. Okrem

Tab. IV. Vplyv inokulácie s *Azotobacter chroococcum* na úrodu cukru

Spôsob použitia (NA)	Rok (G)	Kontrola	Azotobacter chroococcum (A)					Priemer
			Kmeň 1	Kmeň 5	Kmeň 8	Kmeň 10	Kmeň 14	A/NA
			Úroda cukru (t.ha ⁻¹)					
A	2008	9,53b	9,62ab	9,75ab	10,07a	9,87ab	9,55b	9,49C
	2009	9,50b	9,37b	9,65ab	9,29b	10,03a	9,63ab	
	2010	8,50d	9,09bc	9,75a	9,19bc	9,51ab	8,95cd	
B	2008	9,94ab	10,12ab	9,76b	10,02ab	10,37a	10,05ab	10,08A
	2009	10,14d	10,79bc	11,29a	10,61c	10,42cd	11,09ab	
	2010	9,29bc	9,62ab	9,59ab	8,89c	9,61ab	9,81a	
C	2008	9,54b	9,61b	9,83b	10,30a	9,89ab	9,75b	9,7B
	2009	9,53c	9,85c	9,40c	10,35ab	10,71a	10,21bc	
	2010	9,29ab	9,54ab	9,40ab	8,62b	9,65a	9,18b	
Priemer (A)		9,47C	9,73BC	9,82AB	9,70B	10,1A	9,75AB	

LSD (0,05) A: 0,26 NA: 0,19 G/A: 0,46

ošetrenia osiva kmeňom 5 mali všetky kmene a všetky tri aplikačné metódy pozitívny vplyv na vypočítanú úrodu cukru, zvyšuje sa o 0,11 t.ha⁻¹ u kmeňa 1 použitého ako ošetrovanie osiva a o 0,83 t.ha⁻¹ u kmeňa 8, tiež použitého ako ošetrovanie osiva, oproti kontrole. Všetky tri aplikačné metódy prejavujú pozitívny vplyv na vypočítanú úrodu cukru. Bolo zistené zvýšenie v rozmedzí od 0,31 t.ha⁻¹ s očkovaným osivom do 0,47 t.ha⁻¹ pri aplikácii *A. chroococcum* pred prvou medziriadkovou kultiváciou oproti kontrole (tab. III.). Pozitívny vplyv *A. chroococcum* na úrodu cukru bol zaznamenaný MRKOVAČKI ET AL. (16). V porovnaní s kontrolou bolo zaznamenané zvýšenie o 0,43 t.ha⁻¹. Podobné výsledky (nárast o 0,49 t.ha⁻¹) získali ČACIĆ ET AL. (5).

Úroda bieleho cukru

Priemerná úroda bieleho cukru získaného vo variantoch, kde bol aplikovaný *A. chroococcum* bola v tejto štúdii 9,81 t.ha⁻¹,

alebo o 0,34 t.ha⁻¹ vyššia ako pri kontrole. Všetky kmene *A. chroococcum* preukázali pozitívny vplyv na úrodu bieleho cukru, od kontroly je vyššia od 0,23 t.ha⁻¹ v prípade kmeňa 8 a 0,57 t.ha⁻¹ v prípade kmeňa 10. Výrazne vyššie výnosy bieleho cukru v porovnaní s kontrolnou sa dosiahli pri kmeni 5, 10 a 14. Všetky tri spôsoby použitia piatich testovaných kmeňov preukázali pozitívny vplyv na úrodu cukru, vyššia ako pri kontrole bola od 0,05 t.ha⁻¹ v prípade kmeňa 8 aplikovaného pred prvou medziriadkovou kultiváciou na 0,63 t.ha⁻¹ v prípade kmeňa 10 aplikovaného ako naočkovanie osiva. Všetky tri spôsoby použitia baktérií rodu *Azotobacter* preukázali pozitívny vplyv na výnos bieleho cukru, bol vyšší ako kontrola od 3,2 % v prípade očkovania osiva na 4,1 % v prípade použitia *A. chroococcum* pred výsadbou (tab. IV.). Pozitívne účinky *A. chroococcum* na úrodu bieleho cukru boli pozorované mnohými výskumnými pracovníkmi (16, 5, 18). Miera registrovaných výnosov sa zvyšuje v porovnaní s kontrolou o 3,5 až 6,0 %. Zvýšenie výnosu cukru dosiahnuté v roku 2008 použitím NS-Betafixin bolo v priemere 11,2 %, tj. 1 050 kg.ha⁻¹ (20).

Celkový počet mikroorganizmov

Mikrobiálne populácie boli početnejšie v ošetrovaných variantoch ako v kontrolnom. Priemerný celkový počet baktérií bol 236,87, čo bolo o 22,7 % viac ako kontrola. Všetky testované kmene pozitívne ovplyvňovali početnosť mikroorganizmov, oproti kontrole boli vyššie v rozmedzí od 13,5 % v prípade kmeňa 8 na 27,96 % v prípade kmeňa 1. Ošetrovanie osiva so všetkými kmeňmi (C) spôsobilo najväčšie zvýšenie celkového počtu mikroorganizmov, o 25,7 % v porovnaní s kontrolou. Aplikácia pred sejbou (A) mala mierne nižšiu účinnosť (o 22,8 %), nasleduje aplikácia pred prvou medziriadkovou kultiváciou (B) (o 19,5 %) (tab. V.). V našich predchádzajúcich štúdiách (17, 19), zvýšenie celkového počtu mikroorganizmov v koreňovej sfére cukrovej repy ošetrovaných kmeňmi *Azotobacter* bolo 45,7 % a 35,0 %, respektíve 118 % v porovnaní s kontrolou. Výsledky MRKOVAČKI ET AL. (20), získané v oblasti produkcie v provincii Vojvodina naočkovaného zmesi kmeňov (NS Betafixin) ukázali, že celkový počet baktérií bol zvýšený o 57 % v roku 2007 a o 63 % v roku 2008.

Početnosť druhu *Azotobacter*

Početnosť druhu *Azotobacter* bola zvýšená pri všetkých testovaných kmeňoch. V priemere, a to nezávisle na metóde očkovania, nárast bol o 57,22 a 47,3 % vyšší než pri kontrole. Skutočný nárast bol v rozmedzí od 59,43 % v prípade kmeňa 14 na 44,22 % v prípade kmeňa 10. Pozitívny vplyv na početnosť druhu *Azotobacter* sa pohyboval v rozmedzí od 77 % dosiahnutých vo variante C (ošetrovanie osiva) na 35,45 % vo variante B a 31,95 % vo variante A (tab. VI.).

Altron Silver

Stříbrná energie pro výnos

Almiro
energy for vegetation

www.almiro.cz

Tab. V. Vplyv inokulácie s *Azotobacter chroococcum* na celkovú početnosť mikróbov v rhizosfére repy cukrovej

Spôsob použitia (NA)	Rok (G)	Kontrola	<i>Azotobacter chroococcum</i> (A)					Priemer A/NA
			Kmeň 1	Kmeň 5	Kmeň 8	Kmeň 10	Kmeň 14	
			Celková početnosť mikróbov v rhizosfére repy cukrovej					
A	2008	214,17	226,88	249,25	218,16	212,27	233,68	232,05
	2009	198,62	205,12	230,37	189,22	248,82	234,00	
	2010	172,03	254,66	298,02	252,71	294,49	244,37	
B	2008	179,00	258,94	168,70	227,13	239,83	226,47	221,03
	2009	133,58	297,63	214,07	155,25	180,05	208,28	
	2010	257,58	256,82	230,96	242,60	251,11	250,51	
C	2008	205,49	191,42	246,58	238,79	224,87	235,05	235,59
	2009	182,53	244,59	205,44	187,25	249,95	268,60	
	2010	194,00	286,64	289,08	260,45	276,03	253,90	
Priemer (A)		193,00	246,97	236,94	219,06	241,94	227,58	

Tab. VI. Vplyv inokulácie s *Azotobacter chroococcum* na počet mikróbov *Azotobacter* v rhizosfére repy cukrovej

Spôsob použitia (NA)	Rok (G)	Kontrola	<i>Azotobacter chroococcum</i> (A)					Priemer A/NA
			Kmeň 1	Kmeň 5	Kmeň 8	Kmeň 10	Kmeň 14	
			Počet <i>Azotobacter</i> v rhizosfére repy cukrovej					
A	2008	22,03	33,75	31,32	40,70	41,12	28,97	50,90
	2009	19,52	38,33	31,72	30,68	26,37	29,84	
	2010	68,37	93,48	109,47	83,46	96,57	90,53	
B	2008	27,96	40,30	45,24	40,06	40,97	46,65	57,40
	2009	25,78	34,80	30,41	39,33	26,47	40,05	
	2010	79,20	95,86	115,62	97,84	107,84	98,84	
C	2008	22,29	34,24	47,16	37,55	28,52	55,17	58,69
	2009	20,60	36,98	49,77	47,24	33,65	43,69	
	2010	63,91	113,04	94,18	101,94	102,75	123,71	
Priemer (A)		38,85	57,86	61,05	57,64	56,03	54,41	

Podobné výsledky, zvýšenie početnosti druhu *Azotobacter* v koreňovej sfére repy cukrovej, ktoré predstavovali 17 %, získala MRKOVACKI ET AL. (17). Zvýšenie z 34 % na 47 % dosiahla na produkčných pozemkoch v provincii Vojvodina v roku 2007 a 2008 (20). EBRAHIMI ET AL. (6) prišiel k záveru, že PGPR, vrátane *A. chroococcum*, boli účinnejšie ako minerálne hnojivá, ktoré oprávňovali ich spôsob použitia.

Záver

Tieto závery boli vyvedené na základe trojročného štúdia vplyvu rôznych spôsobov aplikácie piatich kmeňov *Azotobacter chroococcum* na úrodu a kvalitu repy cukrovej a celkového počtu mikroorganizmov a rodu *Azotobacter* v koreňovej sfére repy cukrovej:

- *Azotobacter chroococcum* mal vysoko pozitívny vplyv na úrodu repy cukrovej, pozitívny vplyv na obsah cukru a vysoko pozitívny vplyv na úrodu cukru.
- Očkovanie zvýšilo celkový počet mikroorganizmov a rodu *Azotobacter* v rhizosfére repy cukrovej. Kmene 1, 5 a 14 spôsobili najväčší nárast celkového počtu mikroorganizmov, a kmene 5 a 14 nárast v počte rodu *Azotobacter*.
- Jednotlivé kmene sa líšili v účinkoch na úrodu a kvalitu repy cukrovej. Kmene 8 a 10 preukazovali výrazný pozitívny vplyv na už uvedené vlastnosti cukrovej repy.
- Očkovanie osiva a aplikácia *A. chroococcum* pred prvým medziriadkovým kultivovaním cukrovej repy vykazovali vyšší vplyv na úrodu a kvalitu repy cukrovej, ako jeho aplikácia pred výsadbou.
- Najvyšší nárast v počte baktérií bol zistený pri aplikácii *A. chroococcum* ako očkovanie semena (C).
- Pokiaľ ide o spôsob použitia *Azotobacter chroococcum* v repe cukrovej, odporúča sa použiť metódu aplikácia *A. chroococcum* pred prvou medziriadkovou kultiváciou.

Súhrn

Účinky inokulácie *Azotobacter chroococcum* na produkčné parametre cukrovej repy a mikrobiotúru rhizosféry boli študované pri troch rôznych metódach naočkovania repy cukrovej *Azotobacter chroococcum*. V štúdiu bola použitá odroda „Drena“. Experimenty boli vykonávané na lokalite „Rimski Šančevi“ v rokoch 2008, 2009 a 2010. Ako mikrobiálny inokulant bolo použitých päť kmeňov *Azotobacter chroococcum*. Boli použité tri očkovacie metódy: (A) zapracovanie inokula do pôdy pred sejbou, (B) aplikácia inokula na povrch pôdy pred prvou medziriadkovou kultiváciou a (C) očkovanie osiva pred výsevom. Všetkých päť kmeňov *Azotobacter chroococcum*, v každej z troch aplikačných metód, preukázalo pozitívny vplyv na produkčné charakteristiky repy cukrovej. Najvyšší nárast úrody koreňa (6,45 t ha⁻¹) a cukru (0,63 t ha⁻¹) bol zaznamenaný na osive inokulovanom kmeňom 10.

Kľúčové slová: *Azotobacter chroococcum*, repa cukrová, úroda koreňa, cukornatosť, celkový počet mikroorganizmov.

Literatúra

1. ADESEMOYE, A. O.; OBINI, M.; UGOJI, E. O.: Comparison of plant growth-promotion with *Pseudomonas aeruginosa* and *Bacillus subtilis* in three vegetables. *Braz. J. Mic.*, 39, 2008, s. 423–426.
2. ANTIPCHUK, A. F. ET AL.: Effect of *Azotobacter* on the yield and quality of sugar beet. *Mikrobiol. Zhurnal*, 1997, s. 59–90.
3. ARKHIPOVA, T. N. ET AL.: Ability of bacterium *Bacillus* to produce cytokinins and to influence the growth and endogenous hormone content of lettuce plants. *Plant Soil*, 2005 (272), s. 201–209.
4. ASGHAR, H. N. ET AL.: Relationship between in vitro production of auxins by rhizobacteria and their growth promoting activities in *Brassica juncea* L., *Biol. Fert. Soils*, 35, 2002, s. 231–237.

5. ČAČIĆ, N. ET AL.: Efekat primene *Azotobacter chroococcum* u šećernoj repi. *Field and Vegetable Crop Research*, 38, 2003, s. 271–280.
6. EBRAHIMI, S. ET AL.: Effect of *Azotobacter chroococcum* application on quantity and quality forage of rapeseed cultivars. *Pak. J. Biol. Sci.*, 10, 2007, s. 3126–3130.
7. FREITAS, J. R.; BANERJEE, M. R.; GERMIDA, J. J.: Phosphate solubilizing bacteria enhance the growth and yield but not phosphorus uptake of canola (*Brassica napus* L.). *Biol. Fert. Soils*, 24, 1997, s. 358–364.
8. GASKINS, M. H.; ALBRECHT, S. L.; HUBBLE, D. H.: Rhizosphere bacteria and their use to increase productivity: A Review. *Agri. Eco. Environ.*, 12, 1985, s. 99–116.
9. GECIĆ, J.; MRKOVAČKI, N.; ČAČIĆ, N.: Application of different types of sugar beet inoculation. *Annales of Scientific Work*, 1, 2007, s. 47–54.
10. GUTIERREZ-MANERO, F. J. ET AL.: The plant growth-promoting rhizobacteria *Bacillus licheniformis* produce high amounts of physiologically active gibberellins. *Physiologia Plantarum*, 111, 2001, s. 206–211.
11. JARAK, M.; DJURIĆ, S.: *Praktikum iz mikrobiologije*. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 2004.
12. JOO, G. J. ET AL.: Growth promotion of red pepper seedlings and the production of gibberellins by *Bacillus cereus*, *Bacillus macrospores*, *Bacillus pumilus*. *Biotechnol. Letters*, 26, 2004, s. 487–491.
13. KRSTIĆ, B.; SARIĆ, M.; SARIĆ, Z.: Efficiency of *Azotobacter* strains depending on Nitrogen level and sugar beet genotypes. In MATERASSI, M.; VINCENZINI (Eds.): *Proc. of the Fifth International Symposium on Nitrogen fixation with Non-legumes*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers, 1991, s. 329–331.
14. KURZANOVA, V., ET AL.: Interakce mikroorganizmů a rostlin v zemi kontaminované PCB a jejich význam při fyto/rhizoremediaci. *Listy cukrov. řepář.*, 26, 2010 (11), s. 396–397.
15. MEAD, R.; CUMOW, P. N.; HASTED, A. M.: *Statistical methods in agriculture and experimental biology*. London: Chapman & Hall, 1996.
16. MRKOVAČKI, N. ET AL.: Response of sugarbeet to inoculation with *Azotobacter* in field trials. *Agrochimica*, 46, 2002 (1–2), s. 18–26.
17. MRKOVAČKI, N. ET AL.: Effect of inoculation on microorganisms population size in sugar beet rhizosphere. *Annales of Scientific Work*, 1, 2006, s. 48–52.
18. MRKOVAČKI, N. ET AL.: Effectiveness of different types of sugar-beet inoculation. *Field and Vegetable Crop Research*, 43, 2007, s. 201–207.
19. MRKOVAČKI, N. ET AL.: Microbial abundance in sugar beet rhizosphere inoculated with *Azotobacter chroococcum*. *Field and Vegetable Crop Research*, 45, 2008, s. 241–245.
20. MRKOVAČKI, N. ET AL.: Effect of biofertilizer application in sugar beet. *Field and Vegetable Crop Research*, 46, 2009, s. 175–180.
21. OWEN, A.; ZIOR, R.: Effect of cyanogenic rhizobacteria on the growth of velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) and corn (*Zea mays*) in autoclaved soil and the influence of supplemented glycine. *Soil Biochem.*, 33, 2001, s. 801–809.
22. SAHIN, F.; ÇAKMAKCI, R.; KANTAR, F.: Sugar beet and barley yields in relation to inoculation with N₂-fixing and phosphate solubilizing bacteria. *Plant and Soil*, 265, 2004 (1–2), s. 123–129.
23. SARIĆ, R. M.; SARIĆ, Z.; KRSTIĆ, B.: Specific responses of *Azotobacter* strains and sugar beet genotypes. In MATERASSI, M.; VINCENZINI (Eds.): *Proc. of the Fifth International Symposium on Nitrogen fixation with Non-legumes*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers, 1991.
24. STEINBERG, V. ET AL.: The effect of *Azotobacterin* on the crop yield and biological activity of the soil. In *Proc. of 2nd European Nitrogen Fixation Conf.*, Sep. 8–13, 1996, Poznan, Poland, s. 191.
25. SURESH, A. ET AL.: Plant growth promoting activities of fluorescent pseudomonads associated with some crop plants. *African Journal of Microbiology Research*, 4, 2010 (14), s. 1491–1494.
26. VRCHOTOVA, B. ET AL.: Spolupráce rostlin a mikroorganizmů na degradaci chlorbenzoových kyselin. *Listy cukrov. řepář.*, 126, 2010 (11), s. 420.

Mrkovački N., Mezei S., Kovačev L., Bjelić D., Jarak M., Týr Š., Vereš T.: Effect of *Azotobacter chroococcum* Application on Production Characteristics of Sugar Beet and Microorganisms in Sugar Beet Rhizosphere

Effects of *Azotobacter chroococcum* inoculation on sugar beet production characteristics and microbiological status in the soil were studied on three different methods of sugar beet inoculation with *Azotobacter chroococcum* strains. The variety Drena was used in the study. Experiments were carried out at Rimski Šančevi in 2008, 2009 and 2010. Five strains of *Azotobacter chroococcum* were used as microbial inoculants. Three inoculation methods were applied: (A) strain incorporation into the soil before planting, (B) strain application on soil surface before the first inter-row cultivation and (C) seed inoculation before planting. All five *Azotobacter chroococcum* strains, in each of the three application methods, showed a positive effect on the production characteristics of sugar beet. The highest yield increases in root (6.45 t ha⁻¹) and sugar (0.63 t ha⁻¹) was obtained on seed inoculated with strain 10.

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

Kontaktná adresa – Contact address:

Ing. Štefan Týr, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Katedra udržateľného poľnohospodárstva a herbológie, Trieda A. Hlinku 2, 949 01 Nitra, Slovak Republic, e-mail: stefan.tyr@uniag.sk

ROZHLEDY

Zelepukin Ju. I., Birjukov I. I., Birjukova N. I., Zelepukin S. Ju.

Využití saturačního kalu (Utilizacija filtracionnogo osadka)

Autoři vypracovali způsob efektivního využití saturačního kalu jako přídatku při výrobě granulovaných komplexních hnojiv. Vzhledem k tomu, že se v posledních letech málo hnojilo, půdy se vyčerpaly, proto je třeba zvýšit jejich úrodnost. Navrhovaný způsob hnojení je výhodný z ekonomického a ekologického hlediska, umožňuje efektivně využít vyslazený filtrační kal, který se dosud hromadil v cukrovarech a prakticky se nevyužíval. Průměrná hmotnost filtračního kalu činí asi 9–11 % hmotnosti zpracovávané řepy. Kal obsahuje (% suš.):

– cukr	2;
– pektin	1,7;
– nedusíkaté organické látky	9,5;
– dusíkaté organické látky	5,9;
z toho dusíku	ca 0,9;
– uhličitán vápenatý	74,2;
– vápno v podobě solí různých kyselin	2,8;
– ostatní minerální látky	3,9;
z toho kyselina fosforečná	ca 1,7.

V roce 2011 se plánuje v Lipecké oblasti výstavba závodu na výrobu granulovaných hnojiv.

Sachar, 2011, č. 6, s. 41.

Hořejší, Gebler