

Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti

Nitra 2023



EURÓPSKA ÚNIA

Európsky fond regionálneho rozvoja
OP Integrovaná infraštruktúra 2014 – 2020



SPU·FAPZ

Fakulta agrobiológie
a potravinových
zdrojov



SPU·VC ABT

Výskumné centrum
AgroBioTech



SPU·FZKI

Fakulta záhradníctva
a krajinného
inžinierstva

[DOI: https://doi.org/10.15414/2023.9788055226125](https://doi.org/10.15414/2023.9788055226125)

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov
Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva
Výskumné centrum AgroBioTech

**Udržateľné systémy inteligentného
farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti**

Zborník vedeckých prác

Nitra 2023

[DOI: https://doi.org/10.15414/2023.9788055226125](https://doi.org/10.15414/2023.9788055226125)

Vedecký výbor: prof. Ing. Marko Halo, PhD. (FAPZ, SPU Nitra)
prof. Ing. Dušan Igaz, PhD. (FZKI, SPU v Nitre)
Ing. Lucia Gabríny, PhD. (VC ABT, SPU v Nitre)

Spoluorganizátor: VC ABT SPU Nitra

Recenzovali: prof. Ing. Marko Halo, PhD.
prof. Ing. Peter Strapák, PhD.
prof. Ing. Juraj Mlynek, CSc.
prof. MVDr. Peter Massányi, DrSc.
prof. Ing. Branislav Gálik, PhD.

Zostavili: prof. Ing. Marko Halo, PhD.
Ing. Lenka Polyaková

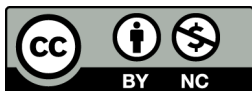
Za vecnú a obsahovú stránku zodpovedajú autori príspevkov.

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti 313011W112 (SMARTFARM), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Schválila rektorka Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre ako recenzovaný zborník vedeckých prác online dňa 15. 6. 2023.

This work is published under the license of the Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Public License (CC BY-NC 4.0).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



EURÓPSKA ÚNIA
Európsky fond regionálneho rozvoja
OP Integrovaná infraštruktúra 2014 – 2020



SPU·FAPZ
Fakulta agrobiológie
a potravinových
zdrojov



SPU·VC ABT
Výskumné centrum
AgroBioTech



SPU·FZKI
Fakulta záhradníctva
a krajinného
inžinierstva

ISBN 978-80-552-2612-5

[DOI: https://doi.org/10.15414/2023.9788055226125](https://doi.org/10.15414/2023.9788055226125)

OBSAH

<i>Henrieta Arpášová, Marie Hamadová, Cyril Hrnčár</i> Účinok doplnku organických kyselín na parametre jatočného tela brojlerových kurčiat	..... 5
<i>Renata Artimová, Olha Matsera, Eva Mixtajová, Soňa Javoreková, Juraj Medo, Jana Maková, Ľudovít Cagán</i> Hodnotenie rastových parametrov kapusty repkovej pravej (<i>Brassica napus L.</i>) po aplikácii aktinomycét podporujúcich rast rastlín	..... 11
<i>Ondřej Bučko, Ivan Bahelka, Peter Juhás, Klára Vavrišinová</i> Porovnanie nutričného zloženia mäsa výkrmových kancov, bravcov a prasničiek	..... 17
<i>Juraj Candrák, Katarína Dočkalová, Martina Miluchová, Michal Gábor, Nina Moravčíková, Radovan Kasarda</i> Možnosti genetického hodnotenia parkúrových súťaží koní na Slovensku	..... 22
<i>Ondrej Hanušovský, Daniel Bíro, Milan Šimko, Miroslav Juráček, Branislav Gálik, Michal Rolinec, Mária Kalúzová, Stanislava Drotárová, Mária Kapusniaková</i> Vplyv náhlej zmeny krmnej dávky na teplotu bachorového prostredia a pitný režim dojníc	..... 27
<i>Ján Horák, Dušan Igaz, Elena Aydin, Vladimír Šimanský</i> Dlhodobý vplyv aplikácie biouhlia na emisie skleníkových plynov (N₂O), fyzikálne a chemické vlastnosti pôdy a úrody	..... 32
<i>Cyril Hrnčár, Emília Hanusová, Anton Hanus, Nikoleta Šimonová, Terézia Hegerová, Henrieta Arpášová, Marie Hamadová, Jozef Bujko</i> Vplyv humínových látok na geometrickú charakteristiku vajec plemena oravka	..... 37
<i>Ivan Imrich, Eva Mlyneková, Juraj Mlynek</i> Výskyt endoparazitov koní na Slovensku	..... 41
<i>Ivan Imrich, Eva Mlyneková, Juraj Mlynek</i> Vplyv systému ustajnenia na reprodukčné ukazovatele prasníc	..... 45
<i>Peter Juhás, Ondřej Bučko, Klára Vavrišinová, Jaroslav Dóbi, Ján Strašiffták</i> Analýza vzťahu medzi hladinami testosterónu gravidných prasníc a pomerom dĺžky prstov potomkov	..... 50
<i>Miroslav Juráček, Daniel Bíro, Mária Kalúzová, Milan Šimko, Branislav Gálik, Michal Rolinec, Ondrej Hanušovský, Mária Kapusniaková, Stanislava Drotárová, Eva Mixtajová</i> Vplyv prídavku biologického aditíva na obsah frakcií vlákniny v ražných silážach	..... 54
<i>Radovan Kasarda, Nina Moravčíková, Juraj Candrák, Ján Prišťák, Ivan Pavlík</i> Využitie genomických údajov na kvantifikáciu úrovne diverzity slovenského strakatého dobytká	..... 58

HODNOTENIE RASTOVÝCH PARAMETROV KAPUSTY REPKOVEJ PRAVEJ (*BRASSICA NAPUS* L.) PO APLIKÁCII AKTINOMYCÉT PODPORUJÚCICH RAST RASTLÍN

Evaluation of the growth parameters of (*Brassica napus* L.) after the application of plant growth promoting actinomycetes

Renata Artimová¹, Olha Matsera¹, Eva Mixtajová¹, Soňa Javoreková², Juraj Medo², Jana Maková², Ľudovít Cagáň³

¹Výskumné centrum AgroBioTech SPU v Nitre, Slovensko

²Ústav biotechnológie, FBP, SPU v Nitre, Slovensko

³Ústav agronomických vied, FAPZ SPU v Nitre, Slovensko

Aplikácia spór aktinomycét na zlepšenie výnosu rastlinnej produkcie a minimalizovanie používania chemických hnojív a pesticídov je sľubnou trvalo udržateľnou stratégiou. V tejto štúdii sme použili 6 izolátov aktinomycét, u ktorých boli potvrdené znaky podpory rastu rastlín a boli označené ako PGPS (*Plant Growth Promoting Streptomyces*). *In situ* experimenty sa uskutočnili na modelovej rastline kapuste repkovej pravej hydroponicky za prísne kontrolovaných podmienok v kultivačnej komore (14h deň/10h tma, teplota 22°C/18°C, stála relatívna vlhkosť 50 %). Aplikácia spórovej suspenzie aktinomycét bola uskutočnená 4 spôsobmi. A to aplikáciou na semeno, postrekom, zálievkou ku koreňom a infiltráciou do kľúčnych listov. Zistili sme, že najlepší spôsob aplikácie bol postrek na listy rastlín. Dĺžka koreňového systému mala v priemere 20,31 cm, dĺžka nadzemnej časti 21,04 cm a hmotnosť celej rastliny 2,30 g, čo sa v porovnaní s ostatnými spôsobmi aplikácii preukázalo ako štatisticky vysoko preukazné. Takýto spôsob ošetrovania rastlín je sľubnou stratégiou pre využitie potenciálnych izolátov aktinomycét v ekologickom poľnohospodárstve na zlepšenie rastu rastlín.

Kľúčové slová: aktinomycéty, PGPS, kapusta repková pravá

1 Úvod a prehľad literatúry

Aktinomycéty, najmä druhy rodu *Streptomyces* sa považujú za najpočetnejších a najvyužívanejších producentov sekundárnych metabolitov, antibiotík a iných bioaktívnych zlúčenín. Účinky bioaktívnych metabolitov aktinomycét sú využívané a neustále testované aj na rastlinnú bunku. Najmä sekundárne metabolity streptomycét sú aplikované ako na zdravú rastlinu, tak i na rastlinu napadnutú patogénom s cieľom najmä udržať zdravie rastlín ako i podporovať ich rast. Tento cieľ je možné dosiahnuť aplikáciou streptomycét podporujúcich rast rastlín (PGPS – *Plant Growth Promoting Streptomyces*), čo v dnešnej dobe vyvoláva veľký záujem u výskumníkov na celom svete (Olanrewaju a Babalola, 2019). PGPS podporujú rast rastlín napr. fixáciou a solubilizáciou živín z pôdy (dusík, fosfor, draslík a iné), produkciou rastových hormónov ako je napr. kyselina indolyl-3-octová, produkciou kyseliny kyanovodíkovej, siderofórov alebo potláčaním rastu fytopatogénnych húb, ktoré zapríčiňujú rastlinám rôzne choroby (Singh et al., 2018).

Z dôvodu súčasných obáv z nežiadúcich účinkov chemických látok na životné prostredie sa zvyšuje záujem o hlbšie pochopenie symbiotického vzťahu medzi týmito prospešnými mikroorganizmami a rastlinami, ako aj o to, ako tieto znalosti uplatniť v poľnohospodárstve. Častejšie používanie preparátov mikrobiálneho pôvodu (biohnojív), ako doplnku alebo náhrady minerálnych hnojív, má pozitívny vplyv na ekologické a ekonomické ukazovatele v poľnohospodárstve. Cieľom použitia biohnojív je zabezpečiť pre rastliny vyšší príjem dusíka,

draslíka, fosforu, železa a síry; stimulovať rast rastlín; udržiavať zdravie rastlín počas celej vegetácie; zvýšiť odolnosť voči stresovým podmienkam (sucho, herbicidy a iné) ako aj zlepšiť štruktúru mikrobiálneho spoločenstva pôdy (Došen, 2015). Biohnojivá sa v poslednej dobe používajú častejšie ako alternatíva alebo doplnok ku chemickým hnojivám a okrem *Streptomyces* sp. najčastejšie obsahujú ešte baktérie rodu *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Serratia*, *Azotobacter* a iné (Saharan a Nehra, 2011; Ruiu, 2018).

Cieľom našej práce bolo zistiť, ktorý spôsob aplikácie spórovej suspenzie izolátov aktinomycét (infiltrácia, postrek, zálievka, na semeno) je najvhodnejší pri sledovaní rastových parametrov (dĺžka koreňového systému, dĺžka nadzemnej časti a hmotnosť celej rastliny) modelovej rastliny kapusty repkovej pravej *in situ*.

2 Materiál a metódy

Vplyv vybraných izolátov aktinomycét na rast kapusty repkovej pravej sme testovali *in situ* za prísne kontrolovaných podmienok v kultivačnej komore. Morfológická, biochemická a genetická charakteristika použitých izolátov aktinomycét bola publikovaná v článku Cinkocki et al. (2021). Na testovanie vplyvu izolátov aktinomycét sme použili semená kapusty repkovej pravej (*Brassica napus* L.) odrody ES Vito (genotyp hybrid). Semená nám poskytli z Národného poľnohospodárskeho a potravinárskeho centra, z Výskumného ústavu rastlinnej výroby v Piešťanoch, z odboru pestovateľských systémov.

2.1 Aplikácia vybraných izolátov aktinomycét na rastlinu

Semená kapusty repkovej pravej sme vysievali do plastových sadbovačov s perlitom v 6 opakovaníach. Rastliny sme pestovali celkovo 25 dní za prísne kontrolovaných podmienok (14 h deň/10 h tma, teplota 22 °C/18 °C, stála relatívna vlhkosť 50 %) v kultivačnej komore vo Výskumnom centre AgroBioTech SPU v Nitre. Pestovanie bolo hydroponické v Steinerovom živnom roztoku (Steiner, 1984). Rastliny sme ošetrovali:

1. Infiltráciou spórovej suspenzie aktinomycét do klíčnych listov. Do klíčnych listov kapusty repkovej pravej na 11. deň rastu sme na každý klíčny list aplikovali 10 µl spórovej suspenzie nariadenej na $1,5 \times 10^8$ spór.ml⁻¹ pomocou injekčnej striekačky bez ihly.
2. Postrekom spórovej suspenzie aktinomycét. Spórovú suspenziu nariadenú na $1,5 \times 10^8$ spór.ml⁻¹ sme aplikovali na listy postrekom na 11. deň rastu, v množstve 7 – 7,5 ml.
3. Zálievkou spórovej suspenzie aktinomycét ku koreňom. Na to aby sme dosiahli rovnakú koncentráciu spór aktinomycét ako pri predchádzajúcich spôsoboch aplikácie, 200 µl spórovej suspenzie nariadenej na $1,5 \times 10^{11}$ spór.ml⁻¹ sme zmiešali s 200 ml Steinerovho roztoku a aplikovali ku koreňom na 11. deň od výsevu.
4. V prípade aplikácie spórovej suspenzie aktinomycét na semeno, ošetrovanie prebehlo pred samotným výsevom. Semená repky sme namáčali v spórovej suspenzii aktinomycét ($1,5 \times 10^8$ spór.ml⁻¹) po dobu 60 minút za stáleho trepania pri 130 otáčok/minúta. Po 60 minútach sme semená vysiali do perlitu a hydroponicky pestovali v kultivačnej komore za rovnakých podmienok ako v predchádzajúcich prípadoch. Vzorky sme odoberali 25. deň od výsevu, aby sme zachovali rovnakú dĺžku pestovania rastlín ako pri predchádzajúcich variantoch aplikácie. Ako negatívnu kontrolu sme použili ošetrovanie destilovanou vodou.

Vzorky kapusty repkovej pravej sme na 25. deň vybrali zo sadbovačov a zbavili perlitu oplachom pod tečúcou vodou a vyhodnotili nasledovné parametre: dĺžka koreňového systému (cm), dĺžka nadzemnej časti rastliny (cm) a hmotnosť celej rastliny (g).

2.2 Štatistické vyhodnotenie

Štatistické analýzy sme uskutočnili v štatistickom programe Statgraphics XV. Použili sme štatistický test viacfaktorovej analýzy rozptylu (ANOVA). Na overenie štatisticky preukazných rozdielov bol použitý Tukey HSD test (hladina významnosti $\alpha=0,05$).

3 Výsledky a diskusia

Testovaním 4 rôznych spôsobov aplikácii izolátov aktinomycét na rast kapusty repkovej pravej sme samostatne vyhodnotili každý spôsob aplikácie na základe dĺžky koreňového systému, dĺžky nadzemnej časti rastliny a hmotnosti celej rastliny.

Pri hodnotení spôsobu aplikácie izolátov streptomycét na rastlinu sme zistili, že spôsob aplikácie izolátov postrekom ovplyvnil pozitívne, štatisticky preukazne ($P<0,05$) dĺžku koreňov rastlín v porovnaní so zálievkou ku koreňom, infiltráciou a aplikáciou na semeno. Po aplikácii izolátov na rastliny postrekom, priemerná dĺžka koreňov bola 20,31 cm. Medzi zálievkou, infiltráciou a aplikáciou izolátov na semeno neboli štatisticky preukazné rozdiely.

Tabuľka 1: Porovnanie skupín podľa Tukey HSD testu medzi aplikovanými izolátmi ovplyvňujúcimi dĺžku koreňového systému pri rôznych spôsoboch aplikácie

Aplikovaný izolát	Aplikácie							
	Postrek		Zálievka		Semeno		Infiltrácia	
KmiSK16A003	24,516	c	19,966	bc	22,450	cd	20,483	cd
KmiSK16A004	19,666	ab	16,316	a	18,750	b	20,583	cd
KmiSK16A006	21,750	bc	20,833	bc	14,850	a	18,883	bc
KmiICH17A074	17,766	a	20,600	bc	19,083	bc	18,350	bc
KmiICH17A097	20,550	ab	21,833	c	22,833	d	22,166	d
KmiICH17A098	20,233	ab	17,800	ab	24,466	d	17,433	ab
Kontrola	17,683	a	15,033	a	12,566	a	14,966	a
Spolu	20,309	b	18,911	a	19,285	a	18,981	a

Hodnoty vyjadrujú priemer zo 6 opakovaní experimentu. Priemery označené rozdielnym písmom abecedy sú preukazne odlišné pri hladine významnosti $\alpha=0,05$ (ANOVA, Tukey test)

Pri hodnotení spôsobu aplikácie izolátov streptomycét na kapustu repkovú pravú sme zistili, že spôsob aplikácie izolátov postrekom ovplyvnil pozitívne, štatisticky preukazne ($P<0,05$) dĺžku nadzemnej časti rastlín v porovnaní so zálievkou ku koreňom, aplikáciou na semeno a infiltráciou (tab. 2). Po aplikácii izolátov na rastliny postrekom bola priemerná dĺžka nadzemnej časti 21,04 cm.

Tabuľka 2: Porovnanie skupín podľa Tukey HSD testu medzi aplikovanými izolátmi ovplyvňujúcimi dĺžku nadzemnej časti rastliny pri rôznych spôsoboch aplikácie

Aplikovaný izolát	Aplikácie							
	Postrek		Zálievka		Semeno		Infiltrácia	
KmiSK16A003	21,133	a	18,467	a	16,633	b	20,533	ab
KmiSK16A004	21,733	a	20,433	a	22,967	c	19,567	ab
KmiSK16A006	22,633	a	20,567	a	21,767	c	21,100	b
KmiICH17A074	20,533	a	18,933	a	23,633	c	18,533	ab
KmiICH17A097	20,600	a	18,133	a	22,900	c	19,867	ab
KmiICH17A098	20,833	a	19,067	a	22,533	c	20,133	ab
Kontrola	19,800	a	17,800	a	12,667	a	17,367	a
Spolu	21,038	c	19,057	a	20,443	bc	19,586	ab

Hodnoty vyjadrujú priemer zo 6 opakovaní experimentu. Priemery označené rozdielnym písmom abecedy sú preukazne odlišné pri hladine významnosti $\alpha=0,05$ (ANOVA, Tukey test)

Pri hodnotení spôsobu aplikácie izolátov streptomycét na rastlinu sme zistili, že spôsob aplikácie izolátov postrekom ovplyvnil pozitívne, štatisticky preukazne ($P<0,05$) hmotnosť rastlín v porovnaní s aplikáciou na semeno, infiltráciou do listov a zálievkou ku koreňom (tab. 3). Po aplikácii izolátov na rastliny postrekom bola priemerná hmotnosť celej rastliny 2,30 g.

Tabuľka 3: Porovnanie skupín podľa Tukey HSD testu medzi aplikovanými izolátmi ovplyvňujúcimi hmotnosť celej rastliny pri rôznych spôsoboch aplikácie

Aplikovaný izolát	Aplikácie							
	Postrek		Zálievka		Semeno		Infiltrácia	
KmiSK16A003	2,527	abc	2,231	a	1,424	ab	1,597	ab
KmiSK16A004	2,178	abc	1,933	a	1,586	bc	1,341	a
KmiSK16A006	3,083	c	2,156	a	1,742	bc	1,702	ab
KmiICH17A074	1,898	ab	1,699	a	1,839	bc	1,803	b
KmiICH17A097	2,707	bc	1,720	a	1,929	c	1,662	ab
KmiICH17A098	1,980	ab	1,958	a	1,752	bc	1,318	a
Kontrola	2,707	a	1,674	a	1,076	a	1,251	a
Spolu	2,296	c	1,910	b	1,621	a	1,525	a

Hodnoty vyjadrujú priemer zo 6 opakovaní experimentu. Priemery označené rozdielnym písmom abecedy sú preukazne odlišné pri hladine významnosti $\alpha=0,05$ (ANOVA, Tukey test)

Aplikácie postrekom sa uvádzajú ako najčastejšie využívané v praxi, (Efthimiadou et al., 2020), lebo okrem jednoduchšej aplikácie na rastliny, je možné spórovu suspenziu aplikovať v pravidelne načasovaných intervaloch počas vegetácie (Backer et al., 2018). Aplikácia izolátov postrekom sa preukázala ako najlepší spôsob aplikácie na nami sledované parametre (dĺžka koreňového systému, dĺžka nadzemnej časti rastliny, hmotnosť celej rastliny) rastu kapusty repkovej pravej. Dostupných je veľmi málo štúdií, ktoré by sledovali podporu rastu rastlín postrekom spórovej suspenzie streptomycét. Avšak, viacerí autori potvrdili účinok podpory rastu rastlín postrekom s grampozitívnymi baktériami ako sú napríklad druhy *Bacillus* sp. (Costa et al., 2017, Dursun et al., 2019). Na základe našich výsledkov môžeme konštatovať, že každý izolát má schopnosť kolonizovať iné časti rastliny a nedá sa

jednoznačne vybrať najvhodnejší spôsob aplikácie pre všetky testované izoláty. Stratégie kolonizácie rastlín streptomycét sú však stále nejasné (Viaene et al., 2016). Predpokladá sa, že sporujúca vláknitá forma života streptomycét poskytuje konkurenčnú výhodu oproti mikroorganizmom v rizopláne a v rizosfére rastlín. Zatiaľ čo im tvorba spór pomáha konkurovať v prostredí aj za nepriaznivých podmienok, tvorbou hýf majú schopnosť ľahšie kolonizovať bunky rastlín (Seipke et al., 2012). Napríklad mikroskopovaním alebo kvantitatívnou polymerázovou reťazovou reakciou doteraz bolo možné identifikovať iba niekoľko kmeňov *Streptomyces*, ktoré účinne kolonizovali koreňovú endosféru a rizosféru (Bonaldi et al. 2015). Pomocou elektrónovej mikroskopie sa ukázalo, že kmeň *Streptomyces griseoviridis* po kolonizácii koreňových vláskov repky olejky (*Brassica rapa*) produkuje aj spóry (Tokala et al., 2002). V súčasnosti však chýbajú podrobnejšie analýzy na identifikáciu špecifických miest, v ktorých streptomycéty vstupujú a kolonizujú vnútro hostiteľského koreňa.

4 Záver

Najväčší vplyv na sledované parametre rastu kapusty repkovej pravej mala iba aplikácia izolátov aktinomycét postrekom na listy. Ukázalo sa, že po aplikácii spórovej suspenzie izolátov aktinomycét sa zvýšila dĺžka koreňového systému (20,31 cm), dĺžka nadzemnej časti rastliny (21,04 cm) ako aj hmotnosť celej rastliny (2,30 g) štatisticky preukazne v porovnaní s inými spôsobmi aplikácie. To naznačuje a potvrdzuje, že nami vybrané izoláty aktinomycét charakterizované ako PGPS majú potenciál na ďalšie testovanie v poľných pokusoch.

PodĎakovanie

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti 313011W112, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Použitá literatúra

BACKER, R. - ROKEM, J. S. - ILANGUMARAN, G. - LAMONT, J. - PRASLICKOVA, D. - RICCI, E. - SMITH, D. L. 2018. Plant growth-promoting rhizobacteria: context, mechanisms of action, and roadmap to commercialization of biostimulants for sustainable agriculture. In *Frontiers in plant science*, pp. 1473. DOI : doi.org/10.3389/fpls.2018.01473.

BONALDI, M., et al. 2015. Colonization of lettuce rhizosphere and roots by tagged *Streptomyces*. In *Frontiers in microbiology*, vol. 6. ISSN 1664-302X.

CINKOCKI, R. – LIPKOVÁ, N. - JAVOREKOVÁ S. – PETROVÁ, J. - MAKOVÁ, J. – MEDO, J. - DUCSAY L. 2021. The Impact of Growth-Promoting Streptomycetes Isolated from Rhizosphere and Bulk Soil on Oilseed Rape (*Brassica napus* L.) Growth Parameters. *Sustainability*, vol. 13, no. 10, pp. 5704. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13105704>.

COSTA, F.M - DE ALMEIDA SILVA, N.C. - OGLIARI, J.B. 2017. Maize diversity in southern Brazil: indication of a microcenter of *Zea mays* L. In *Genetic resources and crop evolution*, vol. 64, no. 4, pp. 681-700. ISSN 1573-5109.

DOŠEN, Nataša. 2014. Proizvodnja i primena mikrobiološkog preparata „Bacillomix specijal“ : master rad. Novi Sad : Pojoprivredni fakultet. 63 s.

DURSUN, A., et al. 2019. Determination of the Effects of Bacterial Fertilizer on Yield and Growth Parameters of Tomato. In *Journal of Agricultural Science and Technology*, vol. 21, no. 5, pp. 1227-1234. ISSN 1916-9760

FTHIMIADOU, A. - KATSENIOS, N. - CHANIOTI, S. - GIANNOGLOU, M. - DJORDJEVIC, N. - KATSAROS, G. 2020. Effect of foliar and soil application of plant growth promoting bacteria on growth, physiology, yield and seed quality of maize under Mediterranean conditions. In *Scientific reports*, vol. 10, no. 1, pp. 1-11. ISSN 2045-2322

OLANREWAJU, O. S. - BABALOLA, O. O. 2019. Streptomyces: implications and interactions in plant growth promotion. In *Applied microbiology and biotechnology*, vol. 103, no. 3, pp. 1179 – 1188. ISSN 1432-0614.

RUIU, L. 2018. Microbial biopesticides in agroecosystems. In *Agronomy*, vol. 8, no. 11, pp. 235. DOI: doi.org/10.3390/agronomy8110235

SAHARAN, B. S. - NEHRA, V. 2011. Plant growth promoting rhizobacteria: a critical review. In *Life Sci Med Res*, vol. 21, no. 1, pp. 30. ISSN 1948-7886.

SEIPKE, R. F. - KALTENPOTH, M. - HUTCHINGS, M. I. 2012. Streptomyces as symbionts: an emerging and widespread theme?. In *FEMS microbiology reviews*, vol. 36, no. 4, pp. 862 – 876. DOI: doi.org/10.1111/j.1574-6976.2011.00313.x.

SINGH, D. P. - PATIL, H. J. - PRABHA, R. - YANDIGERI, M. S. - PRASAD, S. R. 2018. Actinomycetes as potential plant growth-promoting microbial communities. In *Crop Improvement Through Microbial Biotechnology*, pp. 27-38. Elsevier.

TOKALA, R. K. - STRAP, J. L. - JUNG, C. M. - CRAWFORD, D. L. - SALOVE, M. H. - DEOBALD, L. A. - MORRA, M. J. 2002. Novel plant-microbe rhizosphere interaction involving *Streptomyces lydicus* WYEC108 and the pea plant (*Pisum sativum*). In *Appl. Environ. Microbiol*, vol.68, no. 5, pp. 2161 – 2171. DOI: doi.org/10.1128/AEM.68.5.2161-2171.2002.

VIAENE, T. - LANGENDRIES, S. - BEIRINCKX, S. - MAES, M. - GOORMACHTIG, S. 2016. Streptomyces as a plant's best friend?. In *FEMS microbiology ecology*, vol. 92, no. 8. ISSN 1574-6941

Korešpondenčná adresa: Renata Artimová, Výskumný ústav AgroBioTech SPU v Nitre, Tr.A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, renata.artimova@uniag.sk, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7885-6066>.