

Sledovanie vplyvu biopreparátov, poveternostných podmienok a odrody na parametre produkcie repy cukrovej

MONITORING OF INFLUENCE OF BIOPREPARATES, WEATHER CONDITIONS AND VARIETY ON PRODUCTION PARAMETERS OF SUGAR BEET

Marek Rašovský¹, Vladimír Pačuta¹, Ivan Černý¹, Dávid Ernst¹, Beata Michalska-Klimczak², Zdzisław Wyszyński²
¹ Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, ² Varšavská univerzita SGGW, Poľsko

Repa cukrová (*Beta vulgaris* L.) je považovaná za dôležitú plodinu, ktorá zohráva významnú úlohu v rámci osevných postupov. Je fotosynteticky veľmi výkonná a je hlavnou plodinou mierneho pásma, z ktorej sa vyrába cukor (1). Pestuje sa väčšinou v oblastiach s miernymi poveternostnými podmienkami, kde počas vegetatívneho rastu v prvom roku pestovania poskytuje úrodu buliev (2). Optimálna teplota pre rast repy cukrovej je 25 °C, minimálna je 3 °C a maximálna 30 °C (3). Šľachtenie tejto plodiny je zamerané k adaptácii na mnohé abiotické stresy, vrátane sucha a salinity. Repu cukrovú je možné úspešne pestovať v širokej škále klimatických podmienok, na rôznych druhoch pôd a v rozdielnych teplotných oblastiach po celom svete (4). Za účelom zvýšenia produkcie repy cukrovej je nevyhnutné identifikovať limitujúce a reduktujúce faktory pestovania (5). Vo svetle predpovedania zmeny klímy sa voda v niektorých oblastiach našej planéty stáva obmedzeným zdrojom (6). Práve vodný deficit je hlavným faktorom, ktorý sa podieľa na znížení produkcie poľných plodín (7), špeciálne pri repe cukrovej bol v strednej Európe zaznamenaný pokles úrody v súvislosti

s nedostatočným prísunom vody na úrovni 15–30 % (8). Správna výživa repy cukrovej je považovaná za významný faktor pestovania. Aplikácia hnojív s rôznymi mikroelementami podporuje rast a zvyšuje úrodu plodiny, ale tiež napomáha plodine zvládať vplyv biotických a abiotických stresov (9). Taktiež bol zistený pozitívny vplyv listovej aplikácie výťažkov z morských rias na zvyšovanie úrody a kvality, lepšieho využitia živín a odolnosti voči stresovým podmienkam (10). Bioaktívne látky z morských rias ako stimulátory rastu sú tiež schopné ovplyvňovať metabolické procesy, vrátane fotosyntézy, dýchania, syntézy nukleových kyselín a iných (11).

Materiál a metódy

Experimentálne pozorovania repy cukrovej boli vykonané v poľných podmienkach Experimentálnej stanice Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre v rokoch 2017 a 2018. Pokus bol zameraný na sledovanie vplyvu vybraných faktorov (poveternostné podmienky ročníka, odroda, biopreparát) na kvantitatívny parameter repy cukrovej (úroda bieleho cukru) a kvalitatívne parametre repy cukrovej (výťažnosť bieleho cukru, obsah melasotvorných látok). Experiment bol založený metódou Split plot (12) v troch opakovaniach. Na základe vhodnosti pre danú lokalitu boli do experimentu vybrané 4 odrody repy cukrovej – Antek, Brian, Galvani a Kosmas. Počas vegetačného obdobia plodiny boli v rastových fázach BBCH 14–18 a BBCH 31–33 aplikované na list biopreparáty Nano-Gro®Aqua a Naturalny plon®. Ako predplodina bola zvolená v oboch experimentálnych rokoch pšenica letná forma ozimná. Základné hnojenie a agrotechnické operácie boli vykonané na základe požiadaviek plodiny. Získané výsledky sme vyhodnotili štatisticky v programe Statistica 10 pomocou viacfaktorovej analýzy rozptylu a Tukey testu.

Výsledky a diskusia

Úroda bieleho cukru (Úbc)

V sledovaných rokoch sme mohli pozorovať výrazne odlišný priebeh poveternostných podmienok, čo sa odrazilo aj na výsledkoch úrody bieleho cukru. Vplyv tohto faktora na Úbc bol štatisticky vysoko preukazný (tab. I.). V roku 2017 sme



dosiahli vysoko preukazne vyššiu úrodu bieleho cukru 11,66 t·ha⁻¹ (tab. II.). V porovnaní s rokom 2018 to bolo o 1,97 t·ha⁻¹ viac (rel. 16,90 %). Vysoko preukazný vplyv na výsledky Úbc sme zistili aj pri faktore odrody (tab. I.). V daných podmienkach sme zistili najvyššiu hodnotu tohto parametra na variante s odrodou Brian 11,50 t·ha⁻¹, v porovnaní s výsledkami Úbc ostatných odrôd môžeme konštatovať, že rozdiely boli vysoko preukazné (tab. III.). Z pohľadu hodnotenia variantov s aplikovanými biopreparátmi sme zistili, že prípravky Nano-Gro Aqua a Naturalny plon mali pozitívny, vysoko preukazný vplyv na úrodu bieleho cukru (tab. I.). Najvyššiu hodnotu Úbc sme dosiahli na variante s prípravkom Naturalny plon 11,14 t·ha⁻¹, čo bolo o 0,38 t·ha⁻¹ viac (rel. 3,41 %) v porovnaní s prípravkom Nano-Gro Aqua a o 1,01 t·ha⁻¹ viac (rel. 9,07 %) v porovnaní s kontrolným variantom. Rozdiely medzi sledovanými variantami boli štatisticky vysoko preukazné (tab. IV.). V hodnotení interakcií faktorov pokusu sme zistili, že najvyššiu úrodu bieleho cukru 13,48 t·ha⁻¹ sme dosiahli v kombinácii ročníka 2017, odrody Brian a variantu s prípravkom Naturalny plon (obr. 1.).

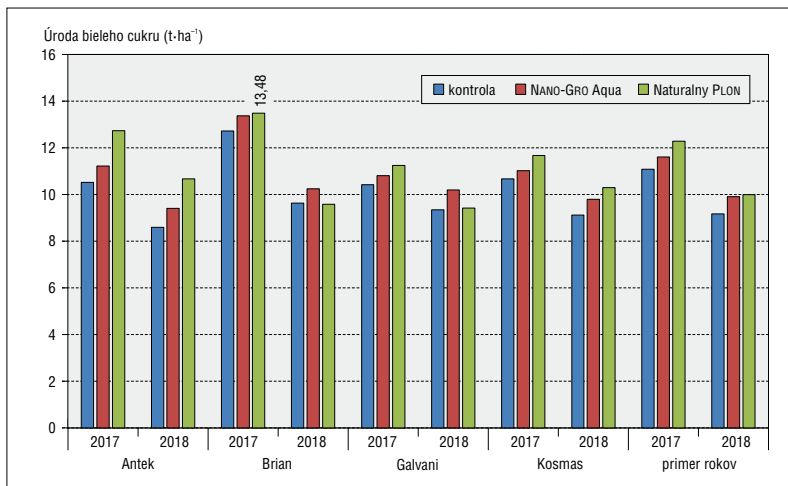
Výťažnosť bieleho cukru (Vbc)

Z faktorov, ktoré boli sledované v tomto experimente mal štatisticky vysoko preukazný vplyv na hodnoty výťažnosti bieleho cukru iba faktor odrody. Poveternostné podmienky rokov, resp. aplikované biopreparáty nemali štatisticky preukazný vplyv na výsledky Vbc (tab. I.). Vyššiu výťažnosť bieleho cukru 15,65 % sme zistili v roku 2017, bez preukazného rozdielu v porovnaní s Vbc 15,59 % v roku 2018 (tab. II.). Odroda Brian dosiahla v sledovanom období najvyššiu hodnotu výťažnosti bieleho cukru 15,89 %, s vysoko preukazným rozdielom v porovnaní s najnižšou hodnotou odrody Galvani 15,42 % (tab. III.). Na variantoch s biopreparátmi v porovnaní s kontrolným variantom sme zistili minimálne (tab. IV.), štatisticky nepreukazné rozdiely. Najvyššia Vbc bola zistená na variante s prípravkom Naturalny plon 15,70 %, najnižšia na kontrolnom variante 15,48 %. Kombinácia ročníka 2018, odrody Galvani a biopreparátu Nano-Gro Aqua dosiahla najvyššiu hodnotu Vbc 16,64 % zo všetkých sledovaných interakcií (obr. 2.).

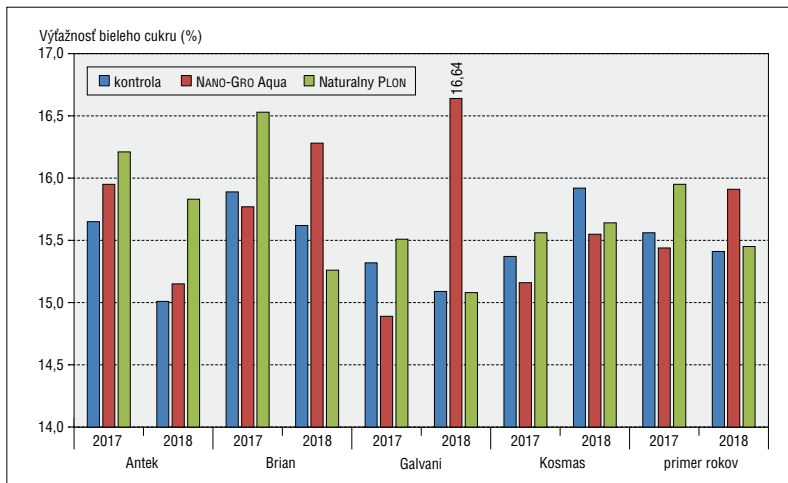
Obsah melasotvorných látok

Medzi základné prvky, ktorých vysoký obsah negatívne vplyva na kvalitatívne zloženie repy cukrovej patrí obsah draslíka, sodíka a α-aminoN v repnej šťave. V našom pokuse sme zistili vysoko preukazný vplyv ročníka, odrody a biopreparátu na obsah melasotvorných látok (tab. I.). Poveternostné

Obr. 1. Úroda bieleho cukru – interakcia ročník/odroda/biopreparát



Obr. 2. Výťažnosť bieleho cukru – interakcia ročník/odroda/biopreparát



Tab. I. 1 Analýza rozptylu pre sledované roky 2017 a 2018

Zdroj variability	Sledovaný parameter				
	Úbc	Vbc	K ⁺	Na ⁺	α-aminoN
Ročník	0,0000**	0,4406	0,0000**	0,0000**	0,0000**
Odroda	0,0000**	0,0009**	0,0000**	0,0003**	0,0000**
Biopreparát	0,0000**	0,0527	0,0002**	0,0001**	0,0032**

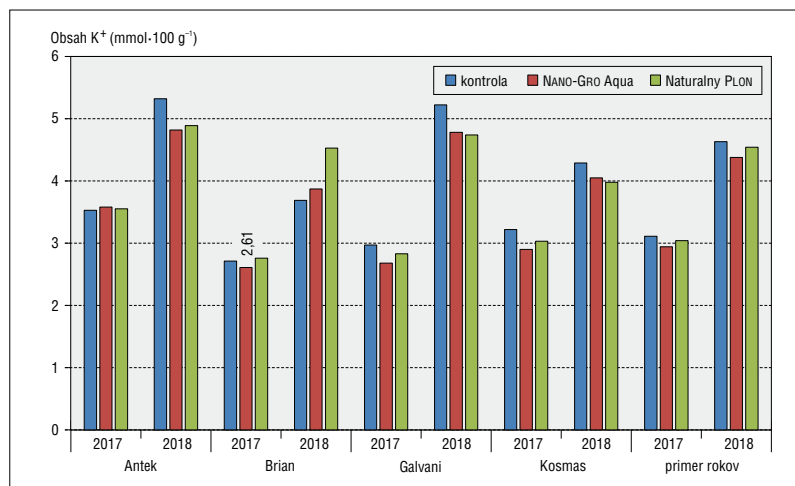
Pozn.: ** štatisticky vysoko preukazný vplyv, * štatisticky preukazný vplyv.

Tab. II. Priem. hodnoty vo vnútri faktora ročník a vzťah medzi nimi (Tukey test 99 %)

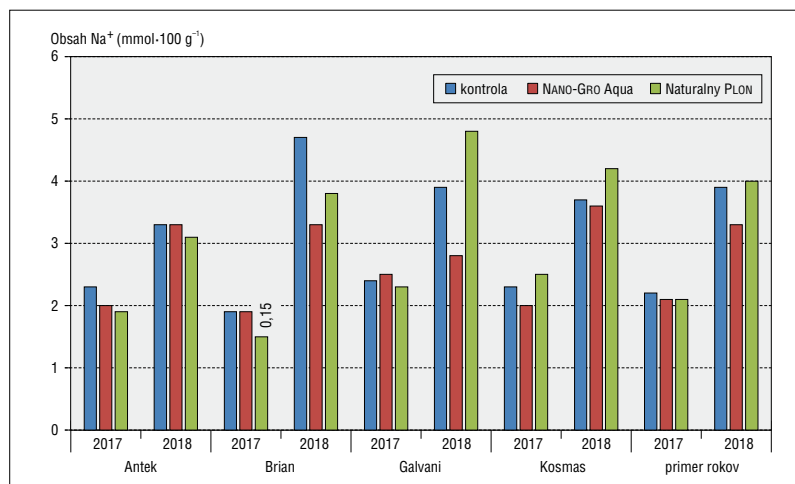
Ročník	Úbc (t·ha ⁻¹)		Vbc (%)		K ⁺ (mmol·100 g ⁻¹)		Na ⁺ (mmol·100 g ⁻¹)		α-aminoN (mmol·100 g ⁻¹)	
	x	HG	x	HG	x	HG	x	HG	x	HG
2017	11,66	b	15,65	a	3,03	b	0,21	a	1,17	a
2018	9,69	a	15,59	a	4,52	a	0,37	b	3,04	b

Pozn.: Rozdielne indexy indikujú štatisticky preukazný rozdiel, HG – homogénne skupiny.

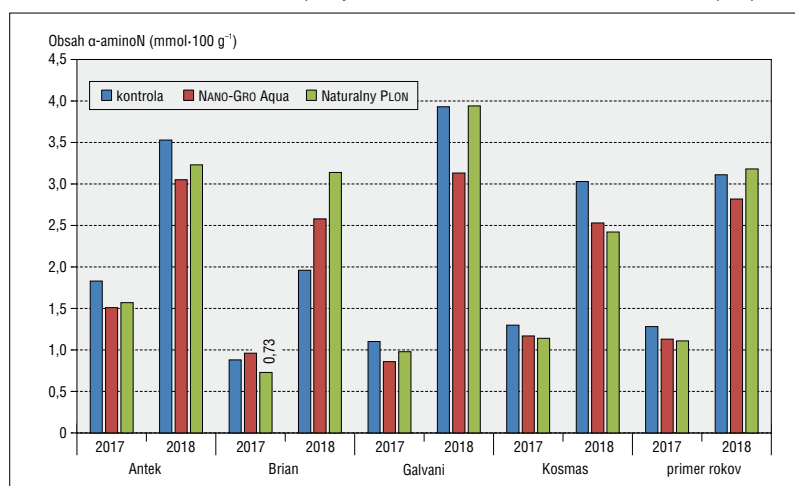
Obr. 3. Obsah draslíka v repnej šťave – interakcia ročník/odroda/biopreparát



Obr. 4. Obsah sodíka v repnej šťave – interakcia ročník/odroda/biopreparát



Obr. 5. Obsah α-aminoN v repnej šťave – interakcia ročník/odroda/biopreparát



podmienky ročníka 2017 boli z pohľadu melasotvorných látok priaznivejšie, kedy sme zistili nižšie hodnoty obsahu draslíka (rel. 32,96 %), sodíka (rel. 43,24 %) a α-aminoN (61,51 %). Tieto rozdiely boli vyhodnotené ako štatisticky vysoko preukazné (tab. II.).

Z vybraných odrôd v sledovanom období sme zistili najnižší obsah draslíka (3,36 mmol·100 g⁻¹) a α-aminoN (1,71 mmol·100 g⁻¹) pri odrode Brian. Najnižší obsah sodíka bol zistený pri odrodách Antek a Brian. Z výsledkov pokusu možno konštatovať, že aplikácia biopreparátov Nano-Gro Aqua a Naturalny plon na list mala pozitívny vplyv na obsah melasotvorných látok. Najnižšie hodnoty všetkých týchto parametrov sme zistili na variante s prípravkom Nano-Gro Aqua, s vysoko preukazným rozdielom v porovnaní s hodnotami na kontrolnom variante (tab. IV.). Hodnotením interakcií skúmaných faktorov pokusu sme zistili, že najnižšiu hodnotu draslíka dosiahla interakcia 2017/Brian/Nano-Gro Aqua, najnižšiu hodnotu sodíka a α-aminoN dosiahla kombinácia 2017/Brian/Naturalny plon (obr. 3.).

Záver

Sledovanie vplyvov poveternostných podmienok, vybraných odrôd na základe vhodnosti pre danú lokalitu a aplikácie biopreparátov foliárnu formou je jedna z možností, ako cielene bojovať proti následkom klimatických zmien, ktoré pozorujeme v posledných rokoch. Vplyv týchto faktorov na parametre sledované v našom experimente bol štatisticky vysoko preukazný, s výnimkou vplyvu poveternostných podmienok a biopreparátu na výťažnosť bieleho cukru. Priebeh počasia vo vegetačnom ročníku 2017 bol s pohľadu všetkých sledovaných parametrov priaznivý. Pozitívne, s vysoko preukazným rozdielom (okrem Vbc) ovplyvnil výsledky parametrov vo vnútri faktorov pokusu. Zo získaných výsledkov sledovaných odrôd možno dedukovať, že odroda Brian dosiahla v danej lokalite najlepšie výsledky spomedzi všetkých odrôd, s výnimkou obsahu sodíka v repnej šťave, kde bol najnižší obsah zistený pri odrode Antek. Potvrdilo sa tak, že správny výber odrody do konkrétnej lokality, je jedným zo základných prekursorov úspešného pestovania repy cukrovej. Aplikácia biopreparátov v kontexte dosiahnutých výsledkov sa ukázala ako opodstatnená. Na oboch variantoch s prípravkami Nano Gro Aqua, resp. Naturalny plon sme zistili pozitívny vplyv ošetrenia v porovnaní s kontrolným, neošetreným variantom.

Príspevok vznikol za finančnej podpory projektu VEGA 1/0530/18 „Výskum produkcie a kvality významných druhov poľných plodín v klimaticky meniacich sa podmienkach“.

Súhrn

Experimentálne pozorovania repy cukrovej boli uskutočnené v rokoch 2017 a 2018 na pozemkoch Experimentálnej stanice Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre, v blízkosti obce

Dolná Malanta. Sledovaný bol vplyv poveternostných podmienok ročníka, odrody a biopreparátu na hodnotené parametre pokusu – úrodu bieleho cukru (Úbc), výťažnosť bieleho cukru (Vbc), obsah melasotvorných látok. Z priebehu poveternostných podmienok sledovaných rokov možno vyvodit záver, že výsledky všetkých parametrov boli lepšie v roku 2017, s vysoko preukazným rozdielom v porovnaní s rokom 2018, okrem parametra Vbc, kde preukaznosť rozdielu zistená nebola. Celkový vplyv faktora ročník bol s výnimkou Vbc na všetky parametre pokusu vysoko preukazný. Faktor odrody mal vysoko preukazný vplyv na všetky parametre pokusu. Najlepšie hodnoty Úbc 11,50 t·ha⁻¹, Vbc 15,89 %, K⁺ 3,36 mmol·100 g⁻¹, α-aminoN 1,71 mmol·100 g⁻¹ sme zistili na variante s odrodou Brian. Aplikáciou biopreparátov sme v porovnaní s kontrolou pozitívne ovplyvnili výsledky pokusu. Vplyv na všetky parametre (s výnimkou Vbc) bol vysoko preukazný. Najvyššiu hodnotu Úbc 11,14 t·ha⁻¹ a Vbc 15,70 % sme zistili na variante s biopreparátom Naturalny plon. Obsah melasotvorných látok K⁺ 3,66 mmol·100 g⁻¹, Na⁺ 0,27 mmol·100 g⁻¹ a α-aminoN 1,97 mmol·100 g⁻¹ bol najnižší na variante s biopreparátom Nano-Gro Aqua.

Kľúčové slová: repa cukrová, poveternostné podmienky, odroda, biopreparát.

Literatúra

1. ABD EL-FATAH, B. E. S. ET AL.: Genetic and biochemical variations among sugar beet cultivars resistant to Cercospora leaf spot. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 109, 2020 (101455), DOI: 10.1016/j.pmpp.2019.101455.
2. STEDUTO, P. ET AL.: *Crop yield response to water*. Rome: FAO of the United Nations, 2012, 498 s., ISBN 978-92-5-107274-5.
3. ANAR, M. J. ET AL.: Modeling growth, development and yield of Sugarbeet using DSSAT. *Agricultural Systems*, 169, 2019, s. 58–70, DOI: 10.1016/j.agsy.2018.11.010.
4. VASTARELLI P. ET AL.: Water stress in *Beta vulgaris*: osmotic adjustment response and gene expression analysis in ssp. *vulgaris* and *maritima*. *American Journal of Plant Sciences*, 4, 2013 (1), s. 11–16, DOI: 10.4236/ajps.2013.41003.
5. MONREAL, J. A. ET AL.: Proline content of sugar beet storage roots: Response to water deficit and nitrogen fertilization at field conditions. *Experimental Botany*, 60, 2007, s. 257–267, DOI: 10.1016/j.agwat.2019.105701.
6. KUŚMIEREK-TOMASZEWSKA, R.; ŻARSKI, J.; DUDEK, S.: Assessment of Irrigation Needs in Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) in Temperate Climate of Kujawsko-Pomorskie Region (Poland). *Agronomy*, 9, 2019 (814), DOI: 10.3390/agronomy9120814.
7. MOHAMMADI-AHMADMAHMOUDI, E.; DEHIMFARD, R.; NOORI, O.: Yield gap analysis simulated for sugar beet-growing areas in water-limited environments. *European Journal of Agronomy*, 113, 2020 (125988), DOI: 10.1016/j.eja.2019.125988.
8. LI, Y. ET AL.: Effect of deficit irrigation on photosynthesis, photosynthate allocation, and water use efficiency of sugar beet. *Agricultural Water Management*, 223, 2019 (105701), DOI: 10.1016/j.agwat.2019.105701.

Tab. III. Priemerné hodnoty vo vnútri faktora odroda a vzťah medzi nimi (Tukey test 99 %)

Odroda	Úbc (t·ha ⁻¹)		Vbc (%)		K ⁺ (mmol·100 g ⁻¹)		Na ⁺ (mmol·100 g ⁻¹)		α-aminoN (mmol·100 g ⁻¹)	
	x	HG	x	HG	x	HG	x	HG	x	HG
Antek	10,52	a	15,63	ab	4,28	d	0,27	b	2,45	b
Brian	11,50	b	15,89	b	3,36	a	0,28	ab	1,71	a
Galvani	10,24	a	15,42	a	3,87	c	0,31	a	2,32	b
Kosmas	10,43	a	15,53	ab	3,58	b	0,30	a	1,93	a

Pozn.: Rozdielne indexy (a, b, c) pri hodnotách indikujú štatisticky preukazný rozdiel, HG – homogénne skupiny.

Tab. IV. Priemerné hodnoty vo vnútri faktora biopreparát a vzťah medzi nimi (Tukey test 99 %)

Biopreparát	Úbc (t·ha ⁻¹)		Vbc (%)		K ⁺ (mmol·100 g ⁻¹)		Na ⁺ (mmol·100 g ⁻¹)		α-aminoN (mmol·100 g ⁻¹)	
	x	HG	x	HG	x	HG	x	HG	x	HG
Kontrola	10,13	b	15,48	a	3,87	b	0,31	a	2,20	b
Nano-Gro Aqua	10,76	a	15,67	a	3,66	a	0,27	b	1,97	a
Naturalny plon	11,14	c	15,70	a	3,79	ab	0,30	a	2,14	ab

Pozn.: Rozdielne indexy (a, b, c) pri hodnotách indikujú štatisticky preukazný rozdiel, HG – homogénne skupiny.

9. PROŠBA-BIALCZYK, U. ET AL.: Impact of seed stimulation and foliar fertilization with microelements on changes in the chemical composition and productivity of sugar beet. *J. Elementology*, 22, 2017 (4), s. 1525–1535, DOI: 10.5601/jelem.2017.22.1.1408.
10. ENAN, S. A. A. M.; EL-SAADY, A. M.; EL-SAYED, A. B.: Impact of Foliar Feeding With Alga Extract and Boron on Yield and Quality of Sugar Beet Grown in Sandy Soil. *Egyptian Journal of Agronomy*, 38, 2016 (2), s. 319–336, DOI: 10.21608/agro.2016.622.
11. TARRAF, S. A. ET AL.: Influence of foliar application of algae extract and amino acids mixture on fenugreek plants in sandy and clay soils. *Nusantara Bioscience*, 7, 2015 (1), s. 33–37, DOI: 10.13057/nusbiosci/n070106.
12. EHRENBARGEROVÁ, J.: *Zakládání a bodnocení pokusu*. Brno: MZLU, 1995, 109 s., ISBN 80-7157-153-9.

Rašovský M., Pačuta V., Černý I., Ernst D., Michalska-Klimczak B., Wyszyński Z.: Monitoring of Influence of Biopreparates, Weather Conditions and Variety on Production Parameters of Sugar Beet

Experimental observations of sugar beet were carried out in 2017 and 2018 on the plots of the Experimental Station of the Slovak University of Agriculture in Nitra, near the village of Dolná Malanta. The experiments monitored the influence of weather conditions of the year, variety and biopreparation on the evaluated parameters of the experiment – white sugar yield (Wsy), white sugar content (Wsc) and content of molasses-forming substances. Based on the weather conditions of the monitored years it can be concluded that the results of all parameters were better in 2017, with a highly significant difference compared to 2018, except for



Wsc, where no significant difference was found. The overall influence of the year factor, with the exception of Wsc, on all parameters of the experiment was highly significant. The variety factor had a highly demonstrable effect on all parameters of the experiment. The best values of Wsy 11.50 t ha⁻¹, Wsc 15.89%, K⁺ 3.36 mmol 100 g⁻¹, α-aminoN 1.71 mmol 100 g⁻¹ were found in the Brian variety. By applying biopreparations, we positively influenced the results of the experiment in comparison to the control. The effect on all parameters (except Wsc) was highly significant. The highest Wsy 11.14 t ha⁻¹ and Wsc 15.70% was recorded in the option using Naturalny plon biopreparation. The content of molasses-forming substances K⁺ 3.66 mmol 100 g⁻¹, Na⁺ 0.27 mmol 100 g⁻¹ and α-aminoN 1.97 mmol 100 g⁻¹ was the lowest in the option using Nano-Gro Aqua biopreparation.

Key words: sugar beet, weather conditions, variety, biopreparation.

Kontaktná adresa – Contact address:

Ing. Marek Rašovský, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita, Katedra rastlinnej výroby, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko, e-mail: marek.rasovsky@gmail.com

ROZHLEDY

Kenter Ch., Götze P., Ladewig E.
Metodologické studie ke stanovení přesnosti odrůdových pokusů cukrové řepy – vliv velikosti vzorku a okrajových řádků (*Methodological studies on the precision of variety trials with sugar beet – effect of sample size and head rows*)

Cílem této studie bylo kvantifikovat vliv velikosti vzorku a okrajových řádků na přesnost odhadu výnosu a kvality cukrové řepy. Dvě série parcelkových pokusů byly provedeny v Německu v roce 2016/2017. V sérii zaměřené na „velikost vzorku“ byly porovnány velikosti vzorků 30, 60, 90 a 120 řep, pěstovaných v 9 různých klimatických podmínkách. Ve srovnání se standardní velikostí vzorku 90 řep byla u vzorků o velikosti 60 řep docílena stejná hodnota cukernatosti, ale nižší výnos bulev. Z tohoto důvodu není vhodné zmenšovat standardní velikost vzorku 90 řep. U série pokusů, kde se sledoval vliv okrajových řádků, oddělujících jednotlivé parcelky, byla provedeno 10 pokusů s a bez těchto okrajových řádků. Přesnost pokusů se v tomto případě obecně neměnila. Vliv okrajových řádků na výnos řepy a obsah cukru s ohledem na různé klimatické podmínky nebyl konzistentní. U pokusů s okrajovými řádky byl absolutní výnos bulev nižší a obsah cukru vyšší než u pokusů, kdy tyto okrajové řádky nebyly. Rozdíly mezi odrůdami ve výnosu bílého cukru se nezměnily.

Odrůdy mohou být testovány v pokusech s okrajovými řádky i bez nich, aniž by to mělo vliv na přesnost odrůdových pokusů.

Zuckerind. / Sugar Ind., 145, 2020, č.9, s. 554–561. Kadlec

Kleuker G., Hoffmann Ch. M.
Vliv pevnosti tkáně na poškození bulvy a skladovací ztráty cukrové řepy (*Influence of tissue strength on root damage and storage losses of sugar beet*)

Studie je zaměřena na kvantifikaci vlivu odrůdy a pevnosti tkáně bulvy cukrovky na poškození bulev při sklizni a na skladovací ztráty. V roce 2018 byly provedeny polní pokusy se třemi odrůdami na 6 lokalitách, z toho 3 lokality byly v Německu, další pak v Belgii, Nizozemsku a ve Švédsku. Texturní analýzy a skladovací pokusy pak proběhly v Göttingenu. Nedostatek vláhy během vegetace se projevil ve snížené pevnosti tkáně. Ta by mohla být indikátorem možného poškození bulev a skladovacích ztrát, ale jasné závěry nelze udělat bez vyhodnocení ostatních důležitých faktorů, které jsou: vegetační podmínky, výskyt chorob a poškození bulev při sklizni.

Zuckerind. / Sugar Ind., 145, 2020, č.7, s. 431–443. Kadlec