

Analýza vplyvu ročníka, odrody a aplikácie stimulačne pôsobiacich látok na pestovanie repy cukrovej

ANALYSIS OF IMPACT OF YEAR-WEATHER CONDITIONS, CARIETIES AND APPLICATION OF STIMULANTS ON SUGAR BEET CULTIVATION

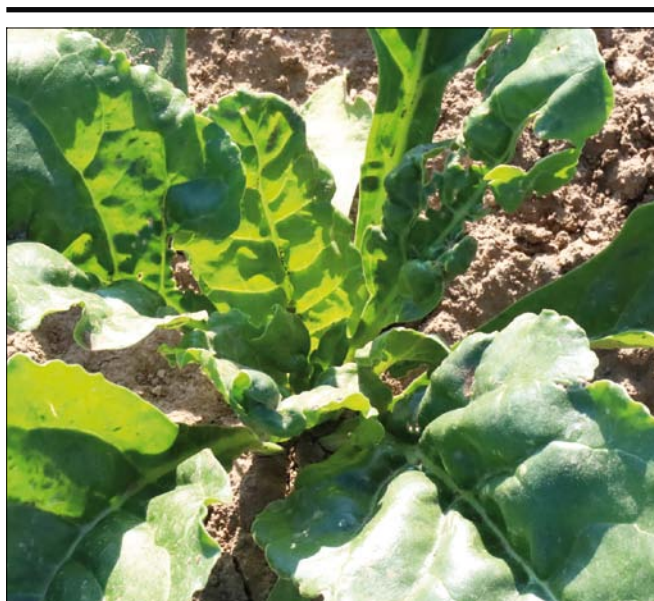
Dávid Ernst, Ivan Černý, Tomáš Vician, Alexandra Zapletalová, Ján Skopal
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Repa cukrová je v podmienkach mierneho pásma z hľadiska produkcie energie z jednotky plochy dominujúcou plodinou. Proces tvorby úrody je považovaný za fyziologicky komplexný a podmienený interakčným spolupôsobením individuálnych faktorov prostredia (1).

V priebehu procesu tvorby produkcie repy cukrovej je vplyv poveternostných podmienok ročníka považovaný za významný a rozhodujúci. Ich vzájomnou interakciou dochádza k regulácii dĺžky rastových fáz, v rámci ktorých sa formuje kvantita a kvalita finálnej produkcie (2).

Predpokladaná variabilita pestovateľských podmienok výrazným spôsobom ovplyvňuje a v budúcnosti bude ovplyvňovať úrodu a hlavne cukrnatosť repy cukrovej, ktorú považujeme za komerčne najdôležitejšiu hospodársku vlastnosť (3, 4).

Štúdie o klimatických zmenách (5) predpovedajú úmerné zvyšovanie teploty a nerovnomernosť v úhrne a prerozdelení zrážok. Na minimalizáciu negatívnych dopadov zmeny podnebia na rastlinnú výrobu sa využíva pomerne značná škála technologických opatrení, z ktorých sa za veľmi dôležité považuje napr. výber optimálne rajonizovanej odrody, racionálne vyvážená výživa a hnojenie, resp. iné alternatívne postupy (6, 7).



Patričná voľba genotypu môže významne zmierniť škodlivé účinky stresu z nedostatku a nerovnomernosti zrážok. Geneticky fixované hospodárske a technologické vlastnosti odrôd viac-menej manifestujú v kombinácii s agroekologickými podmienkami ročníka. Treba poznamenať, že každá odroda typickým spôsobom reaguje na konkrétne podmienky prostredia, čím dochádza k rozdielnemu využitiu jej genetického potenciálu a formovaniu reálnej úrody (8).

V súvislosti s intenzívnym pestovaním poľných plodín a z hľadiska komplexnosti podmienok pre maximálne využitie úrodového potenciálu pestovaných plodín možno považovať za opodstatnenú aj foliárnu aplikáciu stimulačne pôsobiacich látok, ovplyvňujúcich predovšetkým fyziologické a morfogénne vlastnosti rastlín. Rastlinné biostimulátory predstavujú organické zlúčeniny usmerňujúce fyziologické procesy v rastlinách, podporujú fotosyntézu, stimulujú rast rastlín a chránia rastliny pred

Tab. 1. Poveternostné podmienky experimentálneho obdobia

Mesiac	Ideálna hodnota	2019	2020
Priemerná teplota (°C)			
April	7,5	9,4	0,0
Máj	12,7	9,3	5,6
Jún	16,0	18,7	14,4
Júl	16,0	21,9	15,0
August	16,5	22,3	15,6
September	12,0	16,2	11,2
Úhrn zrážok (mm)			
April	33,4	21,4	6,6
Máj	56,3	134,8	54,4
Jún	99,0	29,0	66,8
Júl	113,7	21,0	38,4
August	103,2	83,7	74,0
September	75,0	60,3	96,0

Tab. II. Varianty aplikácie prípravkov

Variant	Rastová fáza
FLORONE	
kontrola	bez ošetrenia
variant 1	4–6 listov (BBCH 14–16)
variant 2	pred zapojením porastu (BBCH 31–33)
variant 3	4–6 listov + pred zapojením porastu (BBCH 14–16 + BBCH 31–33)
FERTISILIN	
kontrola	bez ošetrenia
variant 1	4–6 listov (BBCH 14–16)
variant 2	pred zapojením porastu (BBCH 31–33)
variant 3	4–6 listov + pred zapojením porastu (BBCH 14–16 + BBCH 31–33)

nepriaznivými poveternostnými podmienkami. Uvedené poznatky sú predpokladom pre formovanie vysokých úrod plodín s požadovanou kvalitou (9). V súčasnosti sa venuje veľká pozornosť vegetačnej aplikácii makro a mikroživín v kombinácii s bioaktívnymi látkami (10).

Cieľom experimentu bolo zhodnotiť vplyv agroekologických podmienok ročníka, odrody a foliarnej aplikácie stimulačne pôsobiacich látok a hnojív na úrodu buliev a cukrnatosť repy cukrovej.

Materiál a metódy

Experimentálne pozorovania a merania boli realizované na pozemkoch Výskumného strediska biológie a ekológie rastlín FAPZ SPU v Nitre Dolná Malanta. Pozemky sú lokalizované v kukuričnej výrobnjej oblasti, ktorá je charakterizovaná ako teplá a suchá klimatická oblasť a podoblasť veľmi suchá. Poveternostné podmienky sú premenlivého charakteru a ich konkrétny stav v rokoch charakterizujúcich experimenty je uvedený v tab. I.

Poľný pokus bol založený metódou náhodne usporiadaných pokusných členov, v troch opakovaniach (11).

V oševnom postupe bola repa cukrová zaradená po pšenici letnej forme ozimnej (*Triticum aestivum* L.). Na jeseň bol stredne hlbokou orbou do pôdy zapracovaný, spolu s fosforečným a draselným hnojivom, maštalný hnoj v dávke 40 t·ha⁻¹. Dávka dusíka bola vypočítaná na základe agrochemického skúšania pôdy – metódou elektroultrafiltrácie.

Sejba odrôd Sioux a Okapi bola uskutočnená v agrotechnickom termíne 12riadkovou sejačkou, so sponom pestovania 0,45 × 0,18 m. Z biologických prípravkov boli použité Florone a Fertisilin. Dávka a termín aplikácie listových prípravkov sú uvedené v tab. II. Florone je tekutý prípravok obohatený o základné NPK živiny. Obsahuje voľné aminokyseliny rastlinného pôvodu, stopové prvky bór a molybdén. Používa sa ako stimulátor určený na kontrolu vegetatívneho rastu. Fertisilin je listové hnojivo obsahujúce kombináciu kremíka vo forme kyseliny ortokremičitej s inými mikroelementmi.

Zber plodiny bol uskutočnený v technologickej zrelosti, v rastovej fáze BBCH 47. Vzorky pre stanovenie technologickej kvality boli expedované do cukrováru Považský cukor, a. s.,

Tab. III. Analýza rozptylu (ANOVA) pre sledované roky 2019–2020

Zdroj variability	Sledovaný parameter	
	Úroda buliev (t·ha ⁻¹)	Cukrnatosť (%)
	P – hodnoty	
Ročník	0,000**	0,000**
Odroda	0,637	0,053
Stimulátor rastu	0,000**	0,000**

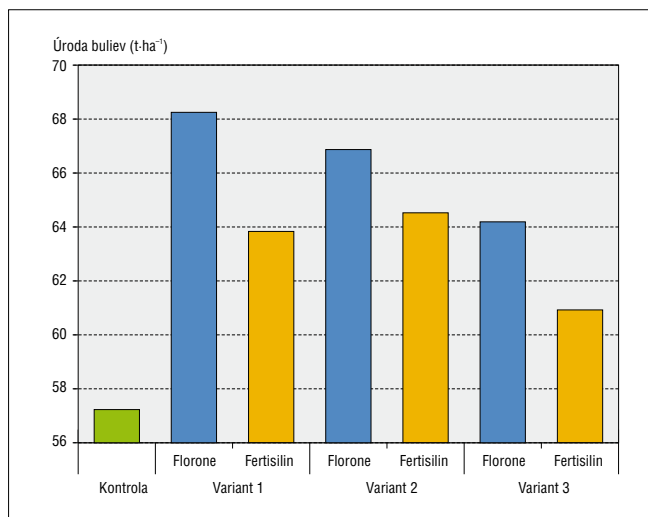
Trenčianska Teplá. Výsledky pokusných meraní boli vyhodnotené analýzou rozptylu a Tukey testom metódou ANOVA, v programe Statistica 10 (12).

Výsledky a diskusia

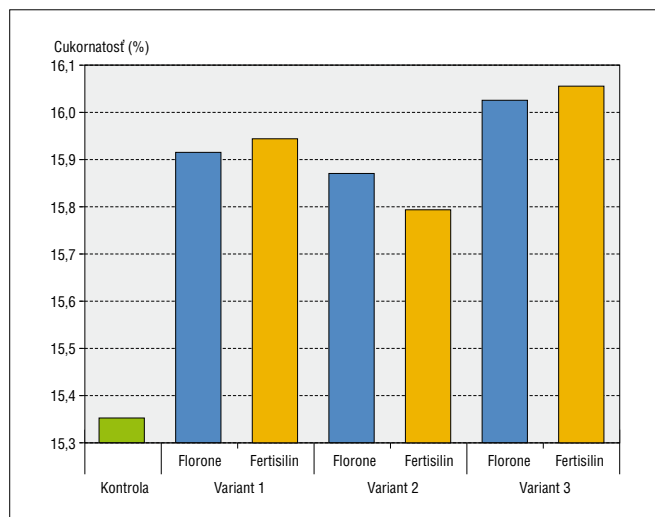
V priebehu experimentálnych rokov bola potvrdená štatistická vysoko preukazná závislosť vplyvu ročníka na úrode buliev repy cukrovej (tab. III.). Poveternostne vhodnejším pre formovanie úrody buliev bol rok 2020, v ktorom bola dosiahnutá úroda buliev 65,13 t·ha⁻¹, čo predstavuje v porovnaní s rokom 2019 nárast úrody o 2,88 t·ha⁻¹ (rel. 4,63 %) (tab. III. a IV.). Priemerná teplota, v priebehu vegetačného obdobia roka 2020, bola o 6 °C nižšia v porovnaní s rokom 2019. Naopak úhrn zrážok v priebehu vegetačného obdobia roka 2019 bol o 14 mm vyšší než v roku 2020. Všeobecne sa nevyrovnanosť poveternostných podmienok v priebehu vegetačného obdobia považuje za jeden z rozhodujúcich faktorov formovania úrody buliev (13).

I napriek tomu, že genotyp sa považuje za faktor výrazne ovplyvňujúci produkčný proces poľných plodín (14), v našich experimentoch bol zaznamenaný štatisticky nepreukazný vplyv odrody (tab. III.) na úrodu buliev repy cukrovej. Na identickej úrovni boli i medziodrodové rozdiely. Vyššiu priemernú úrodu (2019–2020) dosiahla odroda Okapi (63,82 t·ha⁻¹), pri odrode Sioux bola úroda (63,55 t·ha⁻¹) nižšia o 0,27 t·ha⁻¹ (rel. 0,43 %) (tab. IV.).

Obr. 1. Úroda buliev repy cukrovej v rokoch 2019–2020 po aplikácii stimulačne pôsobiacich prípravkov



Obr. 2. Cukornatost' repy cukrovej v rokoch 2019–2020 po aplikácii stimulačne pôsobiacich prípravkov



Využitie stimulačne pôsobiacich látok malo na úrodu buliev štatisticky vysoko preukazný vplyv (tab. III. a IV.), čím dochádza k podpore zhodnotenia úrodového potenciálu repy cukrovej (15, 16). Priemerná produkcia pre kontrolný variant bola $57,23 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (obr. 1.). Komparáciu vybraných prípravkov bolo zistené, že vyššou účinnosťou disponoval prípravok Florone, pri ktorom v porovnaní s prípravkom Fertisilin bola dosiahnutá úroda vyššia o $3,34 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (rel. 5,29 %). V rozsahu prípravkov a variantov ošetrovania bola najvyššia úroda buliev zaznamenaná po aplikácii prípravku Florone na variante 1. V porovnaní s kontrolným variantom bola úroda na uvedenom variante vyššia o $11,03 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (rel. 19,26 %). Na variante 2, uvedeného prípravku, bol zistený nižší prírastok úrody ($+9,64 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$; rel. 16,84 %). Variant 3 mal najmenej pozitívny efekt ($+6,96 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$; rel. 12,14 %) (obr. 1.). Pri Fertisiline bol najstabilnejším variant 2 ($+7,30 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$; rel. 12,76 %). Úroda na variante 1 v porovnaní s kontrolou vykazovala prírastok ($+6,61 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$; rel. 11,54 %). Rovnako ako v prípade predchádzajúceho preparátu bol z pohľadu produkcie (obr. 1.) najmenej účinný variant 3, na ktorom bol zaznamenaný najnižší nárast produkcie len o $3,69 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (rel. 6,45 %).



Tab. IV. Priemer hodnôt vo vnútri sledovaných faktorov a preukaznosť ich rozdielu na úrovni 99 % (Tukey test)

Faktor	Úroda buliev ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$)		Cukornatost' (%)	
	Priemer	HG	Priemer	HG
ROČNÍK				
2019	62,25	a	16,39	a
2020	65,13	b	15,31	b
ODRODA				
Okapi	63,82	a	15,78	a
Sioux	63,55	a	15,92	a
BIOPREPARÁT				
Kontrola	57,23	d	15,35	b
Fertisilin 1	63,84	ab	15,94	a
Fertisilin 2	64,53	a	15,79	a
Fertisilin 3	60,92	b	16,06	a
Florone 1	68,25	c	15,92	a
Florone 2	66,87	ac	15,87	a
Florone 3	64,18	ab	16,03	a

Z pohľadu experimentálne definovaných zámerov je zrejme, že poveternostné podmienky ročníka predstavujú významný faktor podieľajúci sa na tvorbe cukornatosti. V rozsahu experimentu bol zaznamenaný ich štatisticky vysoko preukazný vplyv na formovaní cukornatosti (tab. III. a IV.). Agroekologicky priaznivejším (štatisticky vysoko preukazný vplyv) bol rok 2019 (16,39 %). V porovnaní s rokom 2020 (15,31 %) to bolo o 1,08 % viac.

Pri hodnotení genetickej predispozície vybraných odrôd na cukornatost' boli zistené štatisticky nepreukazné rozdiely (tab. III.). Vyššiu cukornatost' dosiahla odroda Sioux (15,92 %) v porovnaní s Okapi (15,78 %). Rozdiely medzi oboma odrodami cukrovej repy boli nepreukazné (0,14 %).

Aplikácia biopreparátov mala vysoko preukazný vplyv na cukornatost' repy (tab. III.). Priemerná hodnota pre kontrolný variant bola 15,35 % (obr. 2.). V rozsahu sledovaných prípravkov boli zanedbateľné rozdiely (Fertisilin 15,93 % a Florone 15,94 %). Pri Fertisiline boli najvýznamnejšie hodnoty cukornatosti v porovnaní s kontrolným variantom zistené na variante 3 ($+0,70$ %). Pri aplikácii vo variante 1 bola cukornatost' vyššia o 0,59 % a najmenej efektívny bol variant 2 (obr. 2.). Pri Florone bolo najvýznamnejšie ošetrovanie na variante 3 ($+0,67$ %). Nasleduje aplikácia na variante 1 – navýšenie cukornatosti o 0,56 %. Najmenej vhodný termín aplikácie bol na variante 2 ($+0,52$ %).

Záver

V dvojročných maloparcelkových pokusov, realizovaných na experimentálnych pozemkoch Strediska biológie a ekológie rastlín FAPZ SPU v Nitre,

bol sledovaný vplyv agroekologických podmienok ročníka, odrody a foliárnej aplikácie prípravkov na báze stimulátorov rastu na úrodu buliev a cukrnatosť repy cukrovej. Zo získaných výsledkov možno konštatovať štatisticky vysoko preukazný vplyv poveternostných podmienok ročníka na úrodu a cukrnatosť repy cukrovej. Vyššia úroda buliev bola v roku 2020 ($65,13 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), cukrnatosť v roku 2019 (16,39 %). Odroda mala nepreukazný vplyv na úrodu a cukrnatosť. Pri úrode buliev boli vyššie hodnoty pri Okapi ($63,82 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), pri cukrnatosti pri Sioux (15,92 %). Rozdiel medzi genotypmi v úrode buliev repy cukrovej bol na úrovni $0,27 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, pri cukrnatosti 0,14 %. Biopreparáty vykazujú vysoko preukazný vplyv na úrodu buliev a cukrnatosť. Pri úrode buliev repy cukrovej boli rozdiely medzi prípravkami zanedbateľné. Pri úrode bol významnejším prípravok Florone, s termínom ošetrenia na variante 1 (rastová fáza 4–6 listov repy cukrovej; *BBCH 14–16*). Pri cukrnatosti bol najdôležitejší variant s prípravkom Fertisilin, aplikovaný na variante 3 (4–6 listov + pred zapojením porastu; *BBCH 14–16 + BBCH 31–33*)

Príspevok vznikol vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Dopytovo-orientovaný výskum pre udržateľné a inovatívne potraviny, Drive4SIFood 313011V336, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Súhrn

V poľných pokusoch založených metódou náhodne usporiadaných pokusných členov, bol sledovaný vplyv poveternostných podmienok

ročníka, odrody a aplikácie stimulačne pôsobiacich látok na úrodu a cukrnatosť repy cukrovej. Experimenty boli realizované, v rokoch 2019–2020, na pozemkoch výskumného strediska biológie a ekológie rastlín FAPZ SPU v Nitre Dolná Malanta. Pokusné pozemky sú lokalizované v kukuričnej výrobnjej oblasti, ktorá je charakterizovaná ako teplá a suchá klimatická oblasť a podoblasť veľmi suchá. Štatistická analýza potvrdila vysoko preukazný vplyv pestovateľských rokov a biopreparátov na úrodu a cukrnatosť repy cukrovej. Vplyv odrôd na úrodu buliev a cukrnatosť bol nepreukazný. V roku 2020 bola vyššia úroda buliev v porovnaní s rokom 2019 o $2,88 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, naopak pre rok 2019 bola potvrdená štatisticky vysoko preukazne vyššia cukrnatosť o 1,08 %. Zo skúmaných odrôd vyššou úrodou buliev disponovala odroda Okapi ($+0,27 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), z pohľadu cukrnatosti odroda Sioux ($+0,14 \%$). V pokuse použité biopreparáty vykazujú pozitívny vplyv na úrodu buliev a cukrnatosť. Po aplikácii biopreparátov bola najvyššia úroda buliev repy cukrovej dosiahnutá pri Florone, s termínom ošetrenia na variante 1, v rastovej fáze 4–6 listov repy cukrovej (*BBCH 14–16*). Pri cukrnatosti bola najvyššia hodnota pri Fertisiline, aplikovaného na variante 3 (4–6 listov + pred zapojením porastu – *BBCH 14–16 + BBCH 31–33*).

Kľúčové slová: celoročné poveternostné podmienky, odrody, Florone, Fertisilin, úroda koreňov, cukrnatosť.

Literatúra

1. BAJČI, P.; PAČUTA, V.; ČERNÝ, I.: *Cukrová repa*. 1. vyd., Nitra: ÚVTIP NOI, 1997, 111 s., ISBN 80-85330-35-0.
2. OLESEN, J. E. ET AL.: Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. *European Journal of Agronomy*. 34, 2011 (2), s. 96–112, Doi:10.1016/j.eja.2010.11.003.

3. BOSEMARK, N. O.: Genetics and Breeding. In DRAYCOTT A. P. (ED.): *Sugar Beet*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd., s. 50–88.
4. HOFFMANN, CH. M. ET AL.: Impact of different environments in Europe on yield and quality of sugar beet genotypes. *European Journal of Agronomy*, 30, 2009 (1), s. 17–26, Doi: 10.1016/j.eja.2008.06.004.
5. BINDI, M.; OLESEN, J. E.: The responses of agriculture in Europe to climate change. *Reg. Environ. Change*, 2011 (11, Suppl 1), s. 151–158, Doi: 10.1007/s10113-010-0173-x.
6. CURCIC, Z. ET AL.: Effect of Sugar Beet Genotype, Planting and Harvesting Dates and Their Interaction on Sugar Yield. *Frontiers in Plant Science*, 2018, Doi:10.3389/fpls.2018.01041.
7. DULAKOVIC, V. ET AL.: Mineral nutrition plants in function of stabile sugar beet production. *Selekcija i semenarstvo*, 21, 2015 (2), s. 39–49, Doi: 10.5937/SelSem1502039D
8. HOFFMANN, CH. M. ET AL.: Impact of different environments in Europe on yield and quality of sugar beet genotypes. *European Journal of Agronomy*, 30, 2009 (1), s. 17–26, Doi: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2008.06.004>.
9. ION, ET AL.: Sunflower Yield and Yield Components under Different Sowing Conditions. *Agriculture and Agricult. Sci. Procedia*, 6, 2015, s. 44–51, Doi: 10.1016/j.aaspro.2015.08.036.
10. HRIVNA, L. ET AL.: 2014: *Komplexní výživa cukrovky*. Maribo seed international ApS, 2014, 112 s., ISBN 978-80-260-7300-0.
11. MÄRLENDER, B.: Sustainable intensification – sugar beet cultivation as a case study. In *74th IIRB Congress*, 1.–3. 7. 2014, Dresden.
12. EHRENBERGEROVÁ, J.: *Zakládání a hodnocení pokusu*. Brno: MZLU, 1995, 108 s., ISBN 80-7157-153-9.
13. *STATISTICA (data analysis software system), version 10*. STATSOFT, Inc., 2011, www.statsoft.com.
14. JONES, P. D. ET AL.: Future climate impact on the productivity of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in Europe. *Climatic Change*, 58, 2003 (1–2), s. 93–108.
15. ŽÁKOVÁ, J.; LOMJANSKÝ, S.: Genetic resources of sugar beet and fodder beet in Slovakia Praha: In *Řepářství 2000* (sborník z konference), Praha: ČZU, 2000, s. 33–56, ISBN 80-213-0590-8.
16. 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. *Journal of Elementology*, 22, 2017 (4), s. 1525–1535.

Ernst D., Černý I., Vician T., Zapletalová A., Skopal J.: **Analysis of Impact of Year-Weather Conditions, Varieties and Application of Stimulants on Sugar Beet Cultivation**

Based on the method of randomly arranged experimental members, the impact of year-weather conditions, varieties and application of stimulants on the root yield and sugar content of sugar beet was examined in this field experiments. The field experiments were carried out under the auspices of the Research Center of Plant Biology and Ecology of FAFR, SUA in Nitra. Field experiments were performed during 2019 and 2020. The experimental site is located in a maize growing region of Dolná Malanta, its climatic conditions are characterized as warm and dry. Statistical analysis confirmed high significant impact of year-weather conditions and stimulants on the root yield and sugar content of sugar beet. The impact of varieties on root yield and sugar content was not significant. Compared to 2019, the root yield was higher by 2.88 t ha⁻¹ in 2020. On the contrary, a statistically significant higher sugar content by 1.08% was confirmed in 2019. In terms of the examined varieties, the Okapi variety reached a higher root yield (+0.27 t ha⁻¹) and the Sioux variety (+0.14%) reached higher sugar content. The stimulants used in the experiment showed a positive effect on the root yield and sugar content of sugar beet. After the application of stimulants, the highest root yield was achieved with Florone stimulant in variant 1 applied in the growth phase of 4–6 sugar beet leaves (*BBCH 14–16*). The highest sugar content was achieved with Fertisilin stimulant applied in variant 3 (4–6 leaves + end of leaf development; *BBCH 14–16 + BBCH 31–33*).

Key words: year-weather conditions, varieties, Florone, Fertisilin, root yield, sugar content.

Kontaktná adresa – Contact adress:

doc. Ing. Ivan Černý, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Ústav agroekonomických vied, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko, e-mail: ivan.cerny@uniag.sk