

Tvorba úrody a cukornatosti repy cukrovej v závislosti od ročníka a foliárnej aplikácie biologicky aktívnych látok a hnojív

FORMATION OF SUGAR BEET YIELD AND SUGAR CONTENT DEPENDING ON YEAR AND FOLIAR APPLICATION OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES AND FERTILIZERS

Ivan Černý, Vladimír Pačuta, Dávid Ernst, Ján Gažo
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

V nadväznosti na pôdnoklimatické podmienky prostredia sa pri pestovaní repy cukrovej odporúčajú využiť aj iné – alternatívne spôsoby zvyšovania produkcie. V intenzívnych pestovateľských technológiách rešpektujúcich fyziologické požiadavky plodín a odrôd sa s úspechom využíva foliárna aplikácia biologicky aktívnych látok (1).

Rastové stimulatory podporujú zakoreňovanie, využívajú sa na stimuláciu produkcie v období regulácie transportu látok v rastlinách, urýchľujú postresovú regeneráciu, a tým vplývajú na tvorbu úrod a kvality produkcie repy cukrovej. Ich význam sa však definuje len za predpokladu, že všetky agrotechnické a pestovateľské opatrenia boli využité a realizované v maximálnej miere (2).

Biostimulatory rastu ako biologicky aktívne látky v prípade, že sa aplikujú v zodpovedajúcich agrotechnických termínoch a dávkach, regulujú životné procesy na úrovni bunky, jednotlivých orgánov a organizmu ako celku. Výsledky experimentov (3, 4) potvrdili, že aplikácia regulátorov rastu je veľmi efektívnym opatrením, ktoré sa spolupodieľa na ekonomickej návratnosti vstupných nákladov. Miera ich účinnosti na produkčné ukazovatele je veľmi často limitovaná konkrétnym priebehom poveternostných podmienok ročníka. Využívanie biostimulátorov rastu je podopreté o početné výskumy zaoberajúce sa vplyvom rastových stimulátorov najmä na zdravotný stav, priebeh fotosyntézy, úrodovorné prvky a úrodu a technologickú kvalitu plodín (5, 6).

Biologicky aktívne látky sú substancie, ktoré ovplyvňujú fyziologické a morfológické procesy v rastlinách. Väčšina komerčne dostupných biologicky aktívnych látok je chemicky priradená k rastlinným hormónom, resp. ich chemickým analógom, alebo sú to jednoduché metabolické regulátory (napr. zo skupiny mikrobiogénnych živín), ktoré ovplyvňujú priebeh biochemických reakcií. Výsledkom metabolického efektu biologicky aktívnych látok je ovplyvňovanie akumulácie organickej hmoty prostredníctvom zvyšovania efektívnosti využívania vody, žiarenia a minerálnych živín (7).

Cieľom experimentu bolo zhodnotiť vplyv agroekologických podmienok ročníka a foliárnej aplikácie biologicky aktívnych látok a hnojív na úrodu buliev a cukornatosť repy cukrovej.

Materiál a metodika

Experimentálny výskum bol riešený v rokoch 2015–2016 formou poľných polyfaktorových pokusov, založených v teplej

kukuričnej výrobnjej oblasti (klimatická oblasť teplá; klimatická podoblasť suchá; klimatický okrsok teplý, suchý s miernou zimou a dlhým slnečným svitom, hnedozem kultizemná) na pozemkoch Strediska biológie a ekológie rastlín FAPZ SPU v Nitre (lokalita Dolná Malanta). Priebeh poveternostných podmienok v sledovanom experimentálnom období je uvedený v obr. 1. a obr. 2.

Pokusy boli založené blokovoou metódou, s náhodným usporiadaním pokusných členov, s počtom opakovaní 3.

Predplodinou repy cukrovej, odroda Predátor, bola pšenica letná forma ozimná (*Triticum aestivum* L.) Agrotechnické úkony v experimente s repou cukrovou boli v súlade so zásadami technológie pestovania s výsevom na konečnú vzdialenosť (0,19 × 0,45 m). Hnojenie bolo uskutočnené na základe agrochemického rozboru pôdy.

Odroda Predátor je geneticky jednosemenná, diploidná, normálno-cukornatého (NC) typu. Má polovzpriamené postavenie listov, stredne zelenej farby. List je dlhý, úzky s mierne zaobleným vrcholom listov. Listové stopky sú stredne dlhé. Bulva je kužeľovitého tvaru. Koreňová ryha je plytká a špirálová. Osadenie bulvy v pôde je stredné. Odroda má strednú odolnosť k cercospóre a strednú až silnú odolnosť k múčnatke. Odolnosť k tvorbe vybehlic je dobrá.

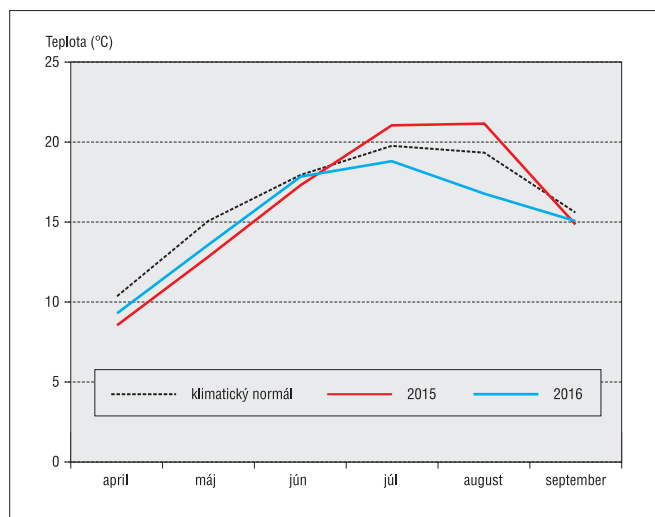
V experimente boli metodicky stanovené varianty pokusu, ktoré sú uvedené v tab. I.

BlackJak® je rastlinný biostimulátor na báze humínových kyselín a fulvokyselín. Jedná sa o patentovanú suspenziu, v ktorej sú koncentrované humínové kyseliny prirodzene sa vyskytujúce v prírodných látkach, ktoré sa formovali počas dlhého degradačného procesu rastlinných a živočíšnych zvyškov za čiastočných aeróbných podmienok. Pochádzať môžu

Tab. I. Varianty pokusu

Prípravok	Dávka (l.ha ⁻¹)	Termín aplikácie
Kontrola	–	–
Black Jak	1,5 1,5	10–12 týždňov po sejbe 14 týždňov po sejbe
Black Jak + Cukrovital K 400	0,5 + 0,4	fungicídna aplikácia
Cukrovital K 400	4,0	fungicídna aplikácia

Obr. 1. Priemerné teploty v experimentálnych rokoch 2015–2016



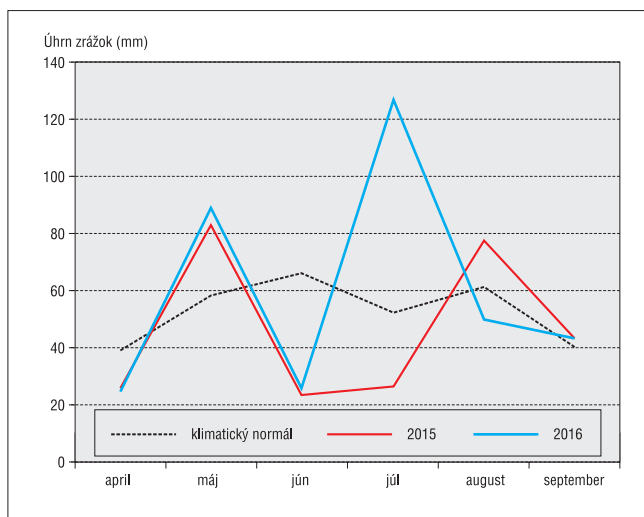
z rozličných zdrojov, napr. z pôdneho humusu, rašelinníkov, kompostu alebo leonarditu (mineraloidu).

Cukrovital K 400 je kvapalné hnojivo s vysokým obsahom organicky viazaného K. Je vhodný na aktiváciu činnosti enzýmov a stimuláciu fyziologických procesov priamo súvisiacich s translokáciou a tvorbou cukrov a polysacharidov. Organická forma väzby draslíka obsiahnutého v koncentráte je osobitne vhodná na stimuláciu procesov plnohodnotného fyziologického zretia plodov.

Výsledky pokusov boli vyhodnotené analýzou rozptylu s použitím Tukeyovho testu kontrastov, korelačnou a jednoduchou regresnou analýzou pomocou štatistického programu Statistica ver. 10 Cz (8).



Obr. 2. Úhrn zrážok v experimentálnych rokoch 2015–2016



Výsledky a diskusia

Pri výskume vplyvu testovaných prípravkov na cukornatosť a úrodu buliev v rokoch 2015 a 2016 sme zistili štatisticky vysoko preukazný vplyv hodnotených prípravkov na zistené hodnoty cukornatosti ako aj úrody buliev (tab. II.). Vplyv podmienok ročníka bol štatisticky vysoko preukazný čo potvrdzuje vplyv klimatických faktorov v rokoch 2015 a 2016 (obr. 1. a obr. 2.) na cukornatosť a úrodu buliev. Nami zistené závery potvrdzujú všeobecne známu tendenciu formovania úrody a technologickej kvality repy cukrovej ohľadom množstvo a predovšetkým vhodného rozloženia zrážok v priebehu vegetačného obdobia plodiny (9, 10). Štatisticky nepreukazný rozdiel v opakovaniach potvrdil vyrovnané podmienky poľného experimentu na všetky pokusné členy.

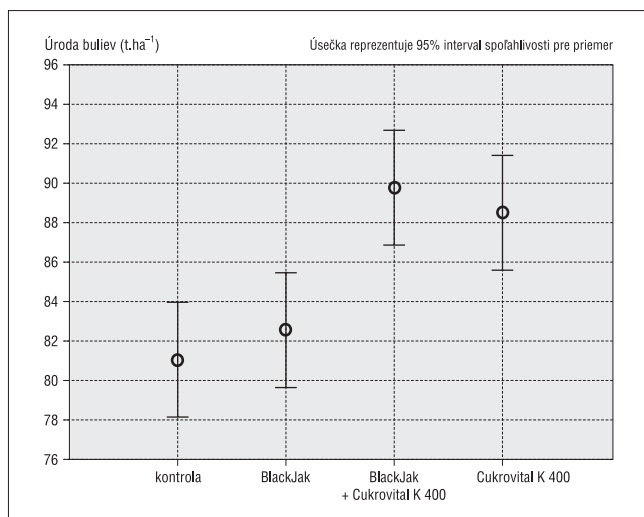
Pri analýze vplyvu testovaných prípravkov na úrodu buliev je rozdiel medzi jednotlivými prípravkami zobrazený na obr. 3. V grafe sú prezentované priemerné úrody buliev so zohľadnením variability vyjadrenej ako 95% interval spoľahlivosti pre vypočítaný priemer za roky 2015 a 2016. Najvyššie priemerné úrody boli stanovené pri použití kombinácie prípravkov BlackJak a Cukrovital K 400 ($89,74 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), ktoré na základe prekrývajúcich sa intervalov spoľahlivosti môžeme považovať za zhodné s priemernou výškou úrod buliev riep pri použití samotného hnojiva Cukrovital K 400 ($88,46 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Najnižšia priemerná úroda buliev bola zistená na kontrolnom variante ($80,97 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Tab. II. Hodnotenie cukornatosti a úrody buliev (2015–2016) analýzou rozptylu (ANOVA)

Zdroj variability	Hladina preukaznosti – p-hodnota	
	Úroda buliev	Cukornatosť
Prípravok	0,000**	0,004**
Ročník	0,000**	0,000**
Opakovanie	0,559	0,348

** štatisticky vysoko preukazný vplyv faktora na hodnotený znak

Obr. 3. Priemerná úroda buliev (priemer 2015–2016)



Tendencia tvorby najnižšej úrody buliev v interakcii s rastovými stimulátormi je v súlade s výsledkami PAČUTU ET AL. (11).

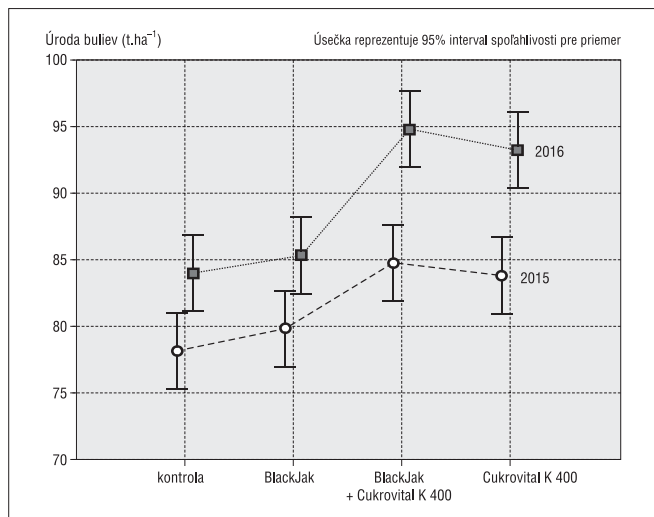
Analýzou testovaných variantov na úrodu buliev prostredníctvom 95% intervalu spoľahlivosti priemeru opakovaní v jednotlivých ročníkoch sme zistili preukazný vplyv ročníka na úrodu buliev so zobrazením variability zistených hodnôt (obr. 4.). Variant samostatnej aplikácie prípravku BlackJak bol v úrodách buliev na úrovni kontroly aj v jednotlivých rokoch 2015 a 2016. Kombinácia prípravkov BlackJak a Cukrovital K 400 mala na úrodu buliev podobný efekt ako samostatné pôsobenie prípravku Cukrovital K 400. V oboch prípadoch sme na zrážky bohatšom roku 2016 zistili štatisticky preukazne vyššiu úrodu buliev v porovnaní s rokom 2015 v rámci toho istého variantu (10).

Detailnejšie informácie o priemerných hodnotách cukrnatosti v závislosti od použitého prípravku je možné získať na obr. 5. so zobrazením variability zistených hodnôt prostredníctvom 95% intervalu spoľahlivosti. Najvyššia priemerná cukrnatosť bola zaznamenaná pri použití prípravku BlackJak (18,49 %), najnižšia pri kontrolnom variante (17,38 %).

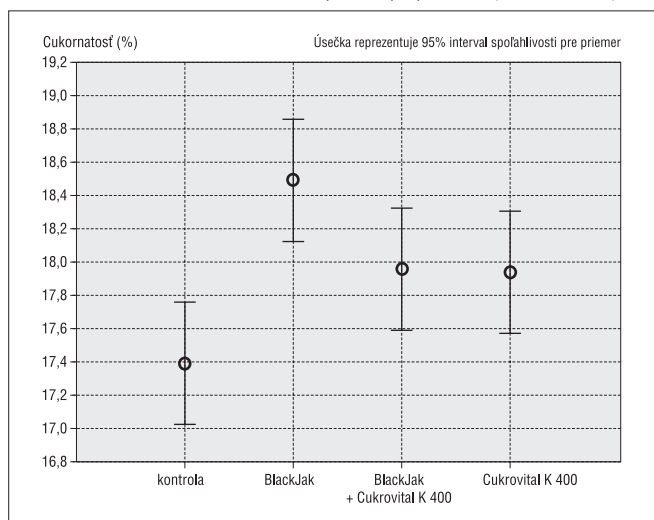
Štatisticky vysoko preukazný vplyv ročníka na cukrnatosť je detailnejšie analyzovaný na obr. 6. so zobrazením variability zistených hodnôt prostredníctvom 95% intervalu spoľahlivosti. Z grafu je zrejmé, že kombinácia prípravkov BlackJak a Cukrovital K 400 ovplyvňovala cukrnatosť repy napriek odlišným ročníkom štatisticky nepreukazne. V praxi to znamená, že variant s kombináciou prípravkov v dvoch hodnotených rokoch s odlišnou sumou zrážok a teplôt dosahoval zhodné hodnoty v hodnotách cukrnatosti. Ostatné sledované varianty, kontrola, BlackJak a Cukrovital K 400, mali štatisticky preukazne nižšie hodnoty cukrnatosti v roku 2015 oproti roku 2016, v ktorom boli zaznamenané vyššie sumy zrážok v mesiaci júl.

Pri podrobnejšom skúmaní cukrnatosti hodnotených odrôd podľa hodnotených variantov je možné potvrdiť na základe Tukeyovho testu štatisticky vysoko preukazný rozdiel medzi kontrolou (17,38 %) a variantom s aplikáciou prípravku BlackJak (18,49 %) (tab. II.). Štatistické nepreukazné rozdiely v cukrnatosti boli zistené medzi variantmi Cukrovital K 400 (17,93 %) a kombináciou BlackJak + Cukrovital K 400 (17,95 %), pričom tieto varianty boli štatisticky zhodné s kontrolou aj s variantom so samostatnou aplikáciou prípravku BlackJak.

Obr. 4. Priemerná úroda buliev podľa prípravku (2015 a 2016)



Obr. 5. Priemerná cukrnatosť podľa prípravku (2015–2016)

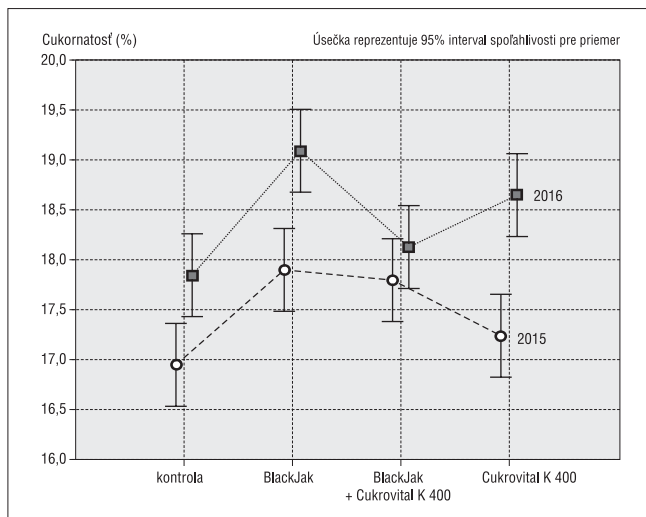


V prípade úrody buliev boli najnižšie priemerné úrody zaznamenané vo variante kontroly ($80,97 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), zároveň bol tento variant štatisticky zhodný s variantom aplikácie prípravku BlackJak ($82,47 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Od týchto dvoch variantov sme zaznamenali štatisticky vysoko preukazne vyššie úrody buliev vo variantoch Cukrovital K 400 ($88,46 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) a kombináciou BlackJak + Cukrovital K 400 ($89,74 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) (tab. III.).

Záver

V maloparcelkových pokusoch realizovaných na pozemkoch Strediska biológie a ekológie rastlín FAPZ SPU v Nitre (Dolná Malanta) v rokoch 2015 a 2016 bol zistený štatisticky vysoko preukazný vplyv ročníka, ako aj variantov aplikácie biostimulátora BlackJak a kvapalného hnojiva Cukrovital K 400, na úrodu buliev a cukrnatosť odrody Predátor. Najvyššie priemerné úrody buliev boli stanovené pri použití spoločnej kombinácie prípravkov BlackJak a Cukrovital K 400 ($89,74 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) a pri použití samotnej aplikácie hnojiva Cukrovital K 400 ($88,46 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Dosiahnuté úrody týchto variantov boli štatisticky zhodné.

Obr. 6. Priemerná cukrnatosť podľa prípravku (2015 a 2016)



Analýza jednotlivých ročníkov ukázala, že oba varianty dosiahli vyššiu úrodu v klimaticky priaznivejšom roku 2016 oproti roku 2015. Naznačuje to tendenciu zvyšovania úrod buliev v zrážkovo vhodnejších ročníkoch pri použití hnojiva Cukrovital K 400 samostatne, prípadne v kombinácii s biostimulátorom BlackJak.

Aplikácia biostimulátora BlackJak v pokusoch pozitívne ovplyvňovala cukrnatosť. Priemerná cukrnatosť za oba sledované roky dosiahla úroveň $18,49 \%$ a bola štatisticky vysoko preukazne vyššia v porovnaní s kontrolou $17,38 \%$. Pri analýze vplyvu ročníka a variantu na cukrnatosť sme zaznamenali štatisticky preukazne vyššie hodnoty cukrnatosti v roku 2016, oproti roku 2015, pri variantoch kontrola, Cukrovital K 400 a BlackJak. Len pri kombinovanej aplikácii hnojiva a biostimulátora sme napriek odlišným ročníkom nezaznamenali rozdiely v cukrnatosti.

Výsledky naznačujú, že v pokusných podmienkach Dolnej Malanty úroda buliev pozitívne ovplyvňovala aplikácia hnojiva Cukrovital K 400, cukrnatosť aplikácia biostimulátora BlackJak, pričom ich kombinácia podporila vyššie úrody buliev so zachovaním požadovanej úrovne cukrnatosti.

Súhrn

V poľných pokusoch s repou cukrovou odrody Predátor, realizovaných v rokoch 2015–2016 na pozemkoch Strediska biológie a ekológie rastlín FAPZ SPU v Nitre (Dolná Malanta), bol skúmaný vplyv rastlinného biostimulátora BlackJak, ako aj hnojiva Cukrovital K 400, na úrodu buliev a cukrnatosť repy cukrovej. Pokus sa realizoval v teplej kukuričnej výrobní oblasti s priemernou ročnou teplotou $10,2 \text{ }^\circ\text{C}$ a priemerným ročným úhrnom zrážok 539 mm v závislosti od zrážkových pomerov jednotlivých rokov. Štatisticky preukazne najvyššia produkcia buliev v porovnaní s kontrolou ($80,97 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) bola zistená vo variante spoločnej kombinácie prípravkov BlackJak a Cukrovital K 400 ($89,74 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), ako aj samostatnej aplikácie hnojiva Cukrovital K 400 ($88,46 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Priaznivý efekt prípravkov na úrodu buliev bol výraznejší v roku 2016, kedy bola zaznamenaná vyššia suma zrážok v letných mesiacoch. Aplikácia prípravku BlackJak v pokusoch pozitívne ovplyvňovala cukrnatosť. Priemerná cukrnatosť z oboch hodnotených rokov dosiahla $18,49 \%$ a bola štatisticky vysoko preukazne vyššia v porovnaní s kontrolou $17,38 \%$. Vplyv ročníka sa prejavil aj na cukrnatosti kedy cukrnatosť v roku 2016 bola preukazne vyššia než v roku 2015, ale pri kombinovanej

aplikácii hnojiva a biostimulátora sme nezaznamenali rozdiely v cukrnatosti. Použitím testovaných prípravkov aplikácia Cukrovital K 400 zvyšovala úrodu buliev, cukrnatosť aplikácia biostimulátora BlackJak, pričom ich kombinácia podporila vyššie úrody buliev so zachovaním požadovanej úrovne cukrnatosti.

Kľúčové slová: repa cukrová, poveternostné podmienky, biologicky aktívne látky, úroda buliev, cukrnatosť.

Literatúra

1. ČERNÝ, I.; KOVÁR, M.: Racionalizácia produkčného procesu repy cukrovej Albitom. *Listy cukrov. řepář.*, 131, 2015 (7–8) s. 223–226.
2. JANKOWSKI, K.; DUBIS, B.: *Biostimulators for field crops. Biostimulators in modern agriculture*. Warsaw: Wiesz jutro Sp., 2008, s. 24, ISBN 83-89503-50-6.
3. TOYOTA, M. ET AL.: Effects of reduction in plant height induced by chlormequat on radiation interception and radiation-use efficiency in wheat in southwest Japan. *Plant Production Sci.*, 13, 2010 (1), s. 67–73.
4. WANDERLEY, C. S., ET AL.: Effect of paclobutrazol as regulator of growth in production of flowers of sunflower in cultivo hidro-pônico. *Ciência e Agrotecnologia*, 31, 2007 (6), s. 1672–1678.
5. ČERNÝ, I.; PAČUTA, V.; PORUBSKÁ, M.: Production parameters of Sugar beet yield depending on the variety and foliar application of Atonik and Polybor 150 preparations. *Agriculture*, 53, 2007 (4), s. 169–174.
6. GHOSH, R. K.; MANDAL, B.; CHATTARJEE, B. N.: Effect of growth regulators on the productivity of some oilseed crops. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 167, 1991, s. 221–228.
7. TAGHVAEIAN, S. ET AL.: Conventional and simplified canopy temperature indices predict water stress in sunflower. *Agricultural Water Management*, 144, 2014, s. 69–80.
8. STATISTICA (data analysis software system), version 10, Statsoft, Inc., 2011, [online] www.statsoft.com.
9. EVANS, L. T.: *Crop evaluation, adaptation and yield*. Cambridge Univ. Press, 1993, 486 s.
10. ŠVIHRA, J.: Fyziologické aspekty produkcie cukrovej repy v podmienkach globálnej aridizácie a oteplovania prostredia. In *Druhá vedecká celoslovenská repárska konferencia*. Nitra: VES SPU, 1997, s. 60–64.
11. PAČUTA, V. ET AL.: Yield, sugar content and polarized sugar yield formation in relation to variety and leaf biopreparations. In *49th Croatian & 9th International Symposium on Agriculture*, 2014, s. 407–411, ISBN 978-953-7871-22-2.

Černý I., Pačuta V., Ernst D., Gažo J.: Formation of Sugar Beet Yield and Sugar Content Depending on Year and Foliar Application of Biologically Active Substances and Fertilizers

In field experiments with the sugar beet variety Predator the effect of the plant biostimulator BlackJak as well as the fertilizer Cukrovital K 400 on the root yield and sugar content were studied on the plots of the Center of Biology and Plant Ecology at the FAFR SUA in Nitra, Dolná Malanta, in 2015 and 2016. The experiment was carried out in a warm corn production area with an average annual temperature of 10.2 °C and an average annual rainfall of 539 mm, depending on the precipitation levels of each year. The statistically highest root production compared to the control (80.97 t ha⁻¹) was found in treatment with combination of BlackJak and Cukrovital K 400 (89.74 t ha⁻¹), as well as a standalone application of Cukrovital K 400 (88.46 t ha⁻¹). The beneficial effect of the products on root yields was more significant in 2016 when a higher amount of rainfall was recorded in the summer months. Application of BlackJak in the experiments positively affected the sugar content. The average

Tab. III. Priemerné hodnoty úrody buliev a cukrnatosti

Prípravok	Priemer	
	Úroda buliev (t.ha ⁻¹)	Cukrnatosť (%)
Kontrola	80,97 a	17,38 a
Black Jak	82,47 a	18,49 b
Cukrovital K 400	88,46 b	17,93 a, b
Black Jak + Cukrovital K 400	89,74 b	17,95 a, b

a, b – homogénne skupiny vytvorené na základe Tukeyovho testu ($\alpha = 0,01$)

sugar content in the two evaluated years reached 18.49% and was statistically significant higher than control (17.38%). The influence of the years also reflected on the sugar content, when the digestion in 2016 was significantly higher than in 2015, but we did not detect any differences in sugar content in case of combined application of fertilizer and biostimulator. Using the tested products, the Cukrovital K 400 application increased root yield, the BlackJak application increased sugar content, and their combination supported higher crop yields while maintaining the desired level of sugar content.

Key words: sugar beet, weather conditions, biologically active substances, root yield, sugar content.

Kontaktná adresa – Contact address:

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

ROZHLEDY

Götze P., Wendt M., Kenter Ch. Účinnosť a termín aplikácie herbicidu Conviso One (foramsulfuron + thiencarbazone-methyl) pro kontrolu zaplevelení cukrové řepy (Wirksamkeit und Einsatzzeitpunkt von CONVISO ONE (Foramsulfuron + Thiencarbazone-methyl) zur Unkrautkontrolle in Zuckerrüben)

Článek sumarizuje současný stav znalostí o účinnosti herbicidu Conviso One (s účinnými látkami foramsulfuron + thiencarbazone-methyl) při pěstování cukrové řepy. Conviso One je širokospektrální postemergentní herbicid společnosti Bayer CropScience pro odrůdy tolerantní k inhibitorům ALS (acetolaktátsyntázy). Publikované výsledky ukazují na vyšší účinek tohoto herbicidu na potlačení plevelů ve srovnání se stávajícími prostředky. Conviso One hubí různé jednoděložné i dvouděložné plevely v cukrové řepě (kukuřici), vysokou účinnost má zejména proti druhům *Mercurialis annua* a *Solanum tuberosum* a rovněž proti trávovitým plevelům.

Zuckerind. / Sugar Ind., 142, 2017, č. 11, s. 651–656.

Kadlec