

Vliv mimokořenové výživy draslíkem a křemíkem na výnos a kvalitu cukrovky v nestandardních povětrnostních podmínkách roku 2014 a 2015

EFFECT OF FOLIAR NUTRITION OF POTASSIUM AND SILICON ON YIELD AND QUALITY OF SUGAR BEET IN UNUSUAL WINDY CONDITIONS IN 2014 AND 2015

Luděk Hřivna¹, Joany Hernandez Kong¹, Lenka Machálková¹, Iva Burešová², Eva Sapáková³, Jindřiška Kučerová¹, Viera Šottníková¹

¹ Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, ² Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická

³ Mendelova univerzita v Brně, Fakulta regionálního rozvoje a mezinárodních studií

Cukrová řepa je plodinou dlouhého dne. Délka její vegetace je ovlivněna především termínem sklizně. Přitom nejvyšších výnosů se dosahuje za 180–200 dní (1). Rozhodující je ranost a typ dané odrůdy. Přibližně až od července se 50 % asimilátů ukládá jako sacharosa a zbylých 50 % slouží k budování listové růžice a bulvy. Do té doby se většina energie spotřebovává pro tvorbu biomasy především nadzemní hmoty. Až v průběhu září se přírůstek cukru podílí 80–90 % na celkovém přírůstku sušiny (2). Ovlivňování výše výnosu a technologické kvality cukrové řepy je komplexní proces (3). Modifikace těchto procesů je významně ovlivněna i oblastí, ve které se cukrovka pěstuje (4). Cukrová řepa je citlivá na nepříznivé vlivy počasí. Produktivita cukrové řepy je limitována především suchem a extrémními teplotami (5, 6). Průměrná roční teplota by se měla pohybovat v rozmezí 8–9 °C, roční úhrn srážek 550–650 mm. Nejvyšší potřeba vláhy je v červenci a srpnu, tedy v období intenzivního růstu bulvy (7). Míra poškození suchem závisí zejména na hloubce zakořenění. Nedostatek vláhy se projeví ztrátou turgoru a vadnutím. Pokud sucho

pokračuje a je spojeno s vysokou intenzitou slunečního záření, dochází k tzv. „úžehu“, tj. postupnému prosychání listů ve formě nekrotizace (8), snižuje se listová plocha a tím i produkce cukru.

Sucho snižuje konečný výnos, naopak cukernatost se může zvyšovat. S cukrem se však zvyšuje také obsah betainu a α -aminodusíku, což negativně působí na výtěžnost cukru. Při silném vodním deficitu dochází k degradaci cukru a vzniká cukr invertní (8, 9).

Stres ze sucha lze do určité míry eliminovat. Výrazně přispět může racionální výživa (5), pomoci mohou i biologicky aktivní látky pro zlepšení hospodaření rostlin s vodou (8).

Cukrovka patří k plodinám, které velmi dobře reagují na mimokořenovou výživu. Svědčí o tom řada pokusů, kde byla foliární výživa makro i mikroelementy testována (10). Významným makroprvkem je draslík, který ovlivňuje sacharidový



Tab. I. Výsledky agrochemického zkoušení půd (dle Mehlich III)

Rok	Půdní profil	pH/CaCl ₂	P	K	Ca	Mg
			Obsah živin (mg.kg ⁻¹)			
2014	0–30 cm	6,5	94,5	348	2093	138
2015		7,1	141	276	2270	142

Tab. II. Termíny aplikací a varianty hnojení porostu cukrové řepy

Var.	1. aplikace 18. 7.	2. aplikace 6. 8.	3. aplikace 19. 8.
1	—	—	—
2	NanoFYT Si 0,5 l.ha ⁻¹	—	NanoFYT Si 0,5 l.ha ⁻¹
3	—	—	NanoFYT Si 0,5 l.ha ⁻¹
4	—	K-Gel 175 5,0 l.ha ⁻¹	NanoFYT Si 0,5 l.ha ⁻¹

HŘÍVNA a spol.: Vliv mimokořenové výživy draslíkem a křemíkem na výnos a kvalitu cukrovky v nestandardních povětrnostních podmínkách

Tab. III. Základní agrotechnické údaje

Operace	2014	2015
Předplodina	Pšenice, sláma zaorána	Pšenice, sláma zaorána
Hnojení na podzim	3 t.ha ⁻¹ Betaliq (2–3 % N, 5 % K ₂ O), 150 kg.ha ⁻¹ superfosfát (45 % P ₂ O ₅), 150 kg.ha ⁻¹ draselná sůl (60 % K ₂ O)	3 t.ha ⁻¹ Betaliq (2–3 % N, 5 % K ₂ O), 150 kg.ha ⁻¹ superfosfát (45 % P ₂ O ₅), 150 kg.ha ⁻¹ draselná sůl (60 % K ₂ O)
Datum setí, výsevek	31. 3. 2014, 1,17 VJ	23. 3. 2015, 1,17 VJ
Odrůda řepy	Panorama (KWS)	Panorama (KWS)
Hnojení N před setím	200 kg.ha ⁻¹ LAV 27 (27 % N)	200 kg.ha ⁻¹ LAV 27 (27 % N)
Hnojení N vegetační	250kg.ha ⁻¹ DASA 20. 5. 2014	250kg.ha ⁻¹ DASA 22. 5. 2015
Sklizeň	24. 10. 2014	23. 10. 2015

metabolismus rostlin. Dá se očekávat i efekt tzv. užitečných prvků, ke kterým patří i křemík. Křemík se může uplatnit při abiotických stresech, v období sucha se kumuluje v buněčných stěnách cév a brání je v podmínkách vysoké transpirace způsobené suchem nebo tepelným stresem (11). Křemík, který je součástí celulosy v membránách epidermálních pletiv, také chrání rostliny proti působení nadměrné ztráty vody (12). Přispívá ke snížení štěrbin průduchů, což vede ke snížení transpirace listy a ztráty vody výparem. Křemík tedy napomáhá k překonávání nejenom abiotických (13), ale i biotických stresů (14). Cílem práce bylo ověřit vliv mimokořenové výživy draslíkem a křemíkem na výnos

řepných bulev a jejich technologickou kvalitu v diametrálně odlišných ročních období 2014 a 2015.

Metodika

V letech 2014 a 2015 byly založeny maloparcelní polní pokusy na pozemcích patřících do katastru ZD Agropol Velká Bystřice. Agrochemické vlastnosti pozemků jsou uvedeny v tab. I. Testován byl vliv mimokořenové výživy draslíkem a křemíkem na výnos bulev a jejich technologickou kvalitu (tab. II.). Základní

Tab. IV. Průběh povětrnosti

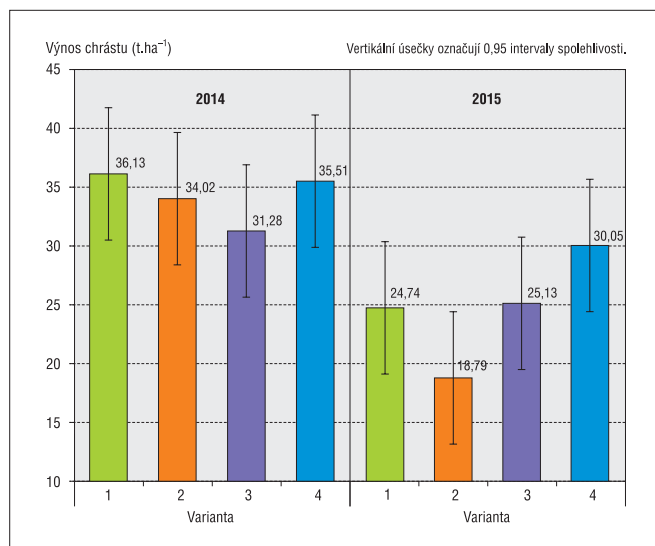
Měsíc	Srážky (mm)		Teplota (°C)		Normál srážky (mm)	Normál teplota (°C)
	2014	2015	2014	2015		
Leden	30,2	50,8	1,2	1,0	22,0	-2,0
Únor	18	10,9	3,6	1,3	18,0	-0,3
Březen	23,8	48,3	9,1	5,4	25,0	3,9
Duben	52,0	27,7	11,9	9,7	33,0	8,9
Květen	66,6	63,9	14,5	14,3	61,0	14,3
Červen	47,8	40,1	18,3	19,5	70,0	17,1
Červenec	70,8	40,1	21,8	23,4	71,0	18,9
Srpen	85,5	41,8	18,2	24,6	57,0	18,7
Září	86,8	30,0	16,0	16,9	47,0	13,8
Říjen	52,0	37,5	11,1	9,1	36,0	8,7

agrotechnické údaje jsou uvedeny v tab. III. Průběh povětrnosti prezentuje tab. IV.

NanoFyt Si je přípravek obsahující stabilizované nanočástice SiO_2 , určené pro mimokořenovou výživu postříkem na list. V 1 l obsahuje 230 g hydratovaných nanočástic Si. K-GEL 175 je listové hnojivo (K_2O 175 g.l⁻¹, S 58 g.l⁻¹), které je určeno pro podporu procesu fotosyntézy především v pozdních fázích vegetace s prodlouženou účinností díky gelotvorné složce.

V obou letech proběhla sklizeň v poslední dekádě měsíce října. Při sklizni bylo z každého opakování sklizeno vždy deset řep v řádku za sebou ve 3 opakováních. U odebraných vzorků rostlin cukrové řepy byla zvlášť stanovena hmotnost chrástu a bulev ze sklizňové plochy a výpočtem byl zjištěn výnos bulev i chrástu na jeden hektar. Ihned po sklizni byly laboratorně analyzovány technologické parametry bulev cukrové řepy. Byla provedena digesce řepných řízků roztokem octanu olovnatého pro určení cukernatosti a obsahu α -aminodusíku, obsah rozpustného popela byl stanoven po digesti ve vodném výluhu. Vzorky cukrovky k provedení jednotlivých analýz byly připraveny dle standardních metodik (15).

Obr. 1. Výnos chrástu



Polarizace vzorků *P* byla měřena na polarimetrickém přístroji POLAMAT S, výsledky jsou vyjádřeny v procentech (m/m). Obsah rozpustného popela *Ak* byl stanoven konduktometricky na zařízení InolabLevel WTW, výsledky jsou uvedeny v procentech (m/m).

Hodnoty α -aminodusíku (αN) byly určeny spektrofotometricky pomocí Konica Minolta CM 3500d.

U vzorků cukrovky byl stanoven mimo výše uvedených technologických parametrů i obsah draslíku (*cK*) a sodíku (*cNa*) ve šťávě. Na základě těchto kritérií byl proveden výpočet podílu cukru v melase (*PCM*):

$$PCM = 0,12 \cdot (cNa + cK) + 0,24 \cdot \alpha N + 0,48$$

Byl stanoven výnos polarizačního cukru z hektaru a po odečtení ztrát cukru v melase i výnos rafinády – bílého cukru (*B*).

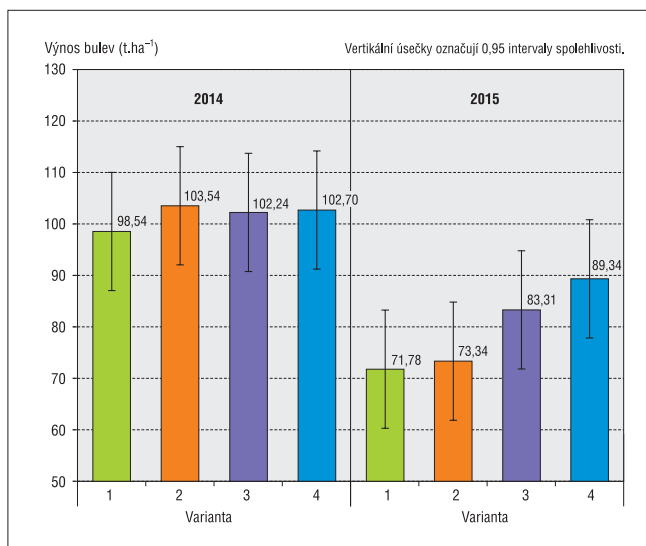
$$B = \frac{[\text{cukernatost} - (PCM + 0,31)] \cdot \text{výnos bulev}}{100}$$

Pro bližší posouzení účinků jednotlivých hnojiv bylo provedeno statistické zpracování dat. Hodnocení bylo provedeno za využití software STATISTICA 12.0 (StatSoft, Inc.).

Výsledky a diskuse

Klíčovým faktorem pro růst a vývoj cukrovky a především pro její výnos je dostatek srážek a slunečního svitu v období od července do září. Z tohoto pohledu můžeme oba ročníky vyhodnotit jako diametrálně odlišné. Zatímco v roce 2014 byly srážkové úhrny v jednotlivých měsících s výjimkou června normální nebo nadnormální a podmínky pro růst a vývoj cukrovky velmi příznivé, v roce 2015 byly srážky od června do září výrazně podnormální a teploty naopak vysoko nad průměrem (tab. IV.). Přitom právě v letních měsících potřeba vláhy u cukrovky stoupá, maxima je dosaženo v červenci, kdy začíná intenzivní tvorba bulvy (16). Z tohoto pohledu byly podmínky pro růst cukrovky ještě výrazně zhoršené (17). Extrémy v průběhu povětrnosti se projeví jak ve výnosu chrástu, tak i bulev. Zatímco v roce 2014 se hmotnost chrástu pohybovala nad úrovní 30 t.ha⁻¹ u všech

Obr. 2. Výnos bulev



variant pokusu, v následujícím roce bylo této hodnoty dosaženo pouze u var. 4, kde byl aplikován přípravek K-Gel 175 a NanoFyt Si (obr. 1.). Výnos bulev byl v roce 2014 v důsledku srážek velmi vysoký a přesahoval hranici $100 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. V následujícím roce byla výnosová úroveň výrazně nižší a pohybovala se v rozmezí od 73,342 do $89,332 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (obr. 2.). Pozitivně se projevila v obou letech mimokořenová výživa. V prvním roce pozorování se i přes velmi příznivé podmínky podařilo zvýšit výnos bulev v rozmezí od 3,705 do $4,818 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. V extrémních podmínkách následujícího roku se přínos mimokořenové výživy výrazně zvýšil. Nejeefektivnější byla aplikace přípravku K Gel 175 na počátku srpna a následně pak další postřik NanoFyt Si ve 2. dekádě stejného měsíce. Potvrdila se tak funkce mimokořenové výživy především křemíkem jako významného antistresoru. Jeho funkce je spojována nejenom s ochranou vůči houbovým patogenům, jak uvádí CHÉRIF ET AL. (18), FAWÉ ET AL. (19), BELANGER ET AL. (20) a RODRIGUES ET AL. (21). V souvislosti s tímto působením aplikace Si v době, kdy byl porost nejvíce sužován suchem, se zřejmě příznivě odrazila také ve snížení výdeje vody rostlinou (22) a projevil se zde pravděpodobně i vliv přítomnosti křemíku v pletivech rostlin na snížení tepelného zatížení a tím zlepšení tolerance rostlin k vysokým teplotám (23). Aplikace křemíku podporuje činnost superoxid dismutázy (SOD) a katalázy, brání membráně před oxidačním poškozením, což se může projevit při vyšší koncentraci půdního roztoku a zasolení (24, 25).

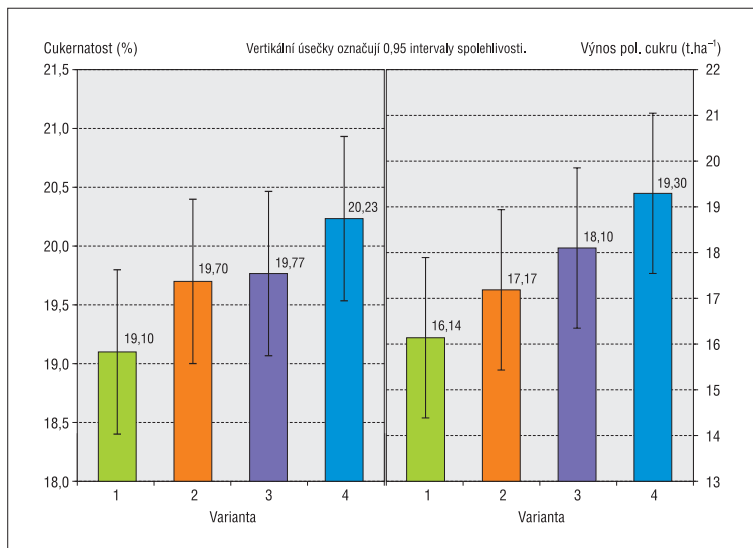
V průměru dvouletého období byl nejvyšší výnos bulev pozorován po aplikaci přípravku K-gel 175 a NanoFyt Si (var. 4). U této varianty byla stanovena i nejvyšší cukernatost bulev a výnos polarizačního cukru. Nesplnilo se tak očekávání, že růst hmotnosti kořene bude působit zředovacím efektem, a tím způsobí pokles cukernatosti. Tato závislost se může projevit až v závěru vegetace, kdy může docházet k různým excesům v průběhu povětrnosti, např. enormnímu přirůstání kořene v důsledku nadměrných srážek (8), poškození porostů různými patogeny (26) apod. Svou roli zde sehrává i využitelnost listového aparátu, který již může být značně poškozený. Toto zjištění podporuje úvahu o vysokém potenciálu rostlin cukrovky v případě, že mají dobré životní podmínky a nachází se v optimálním zdravotním stavu. Úroveň jejich využití se pak promítá do výnosu řepy i technologické kvality.

Na cukernatosti bulev se příznivě projevila u této varianty také mimokořenová výživa draslíkem. Příznivý vliv tohoto prvku na cukernatost uvádí také ABDEL-MOTAGALLY, ATTIA (27).

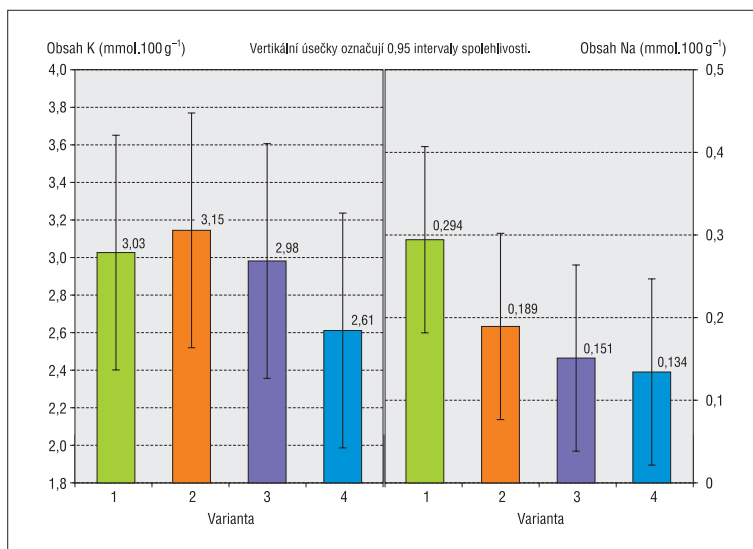
Mimokořenová výživa příznivě ovlivnila také ostatní sledované technologické parametry, snížil se obsah melasotvorného draslíku u většiny variant pokusu a u všech variant poklesl obsah sodíku (obr. 4.), a to mělo příznivý vliv i na hodnoty obsahu rozpustného popela (obr. 5.). Hladina škodlivého dusíku se snížila o $5\text{--}7,5 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ (obr. 5.).

V obou letech se projevila příznivě aplikace křemíku, vliv této aplikace byl zřejmě umocněn také

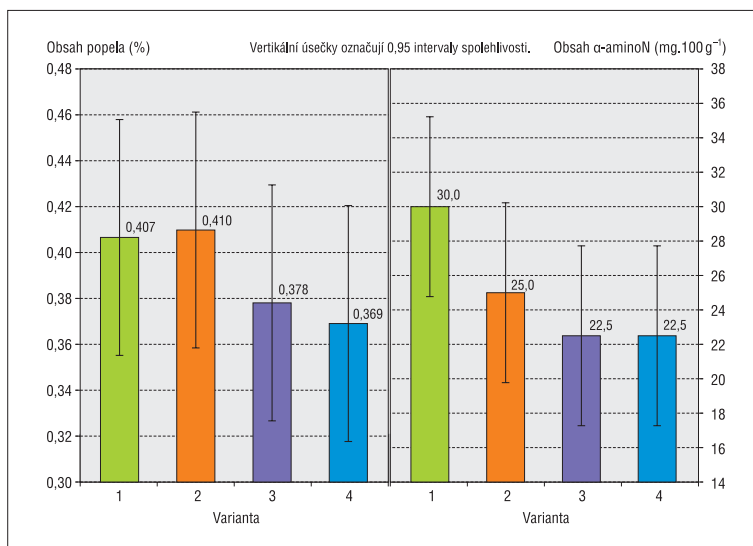
Obr. 3. Vliv hnojení na cukernatost bulev a výnos polarizačního cukru



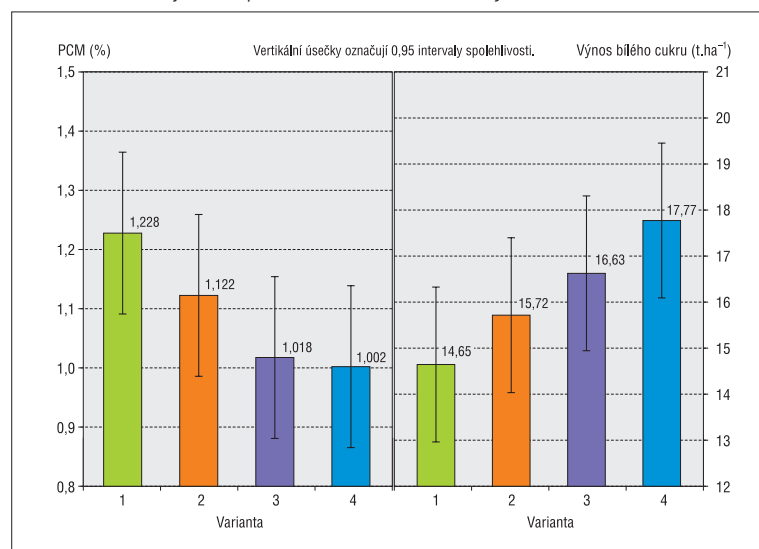
Obr. 4. Vliv hnojení na obsah draslíku a sodíku ve šťávě



Obr. 5. Vliv hnojení na obsah rozpustného popela a škodlivého dusíku



Obr. 6. Vliv hnojení na podíl cukru v melase a výnos bílého cukru



tím, že jeho příjem je pro jednotlivé rostlinné druhy specifický. Jak uvádí MA, YAMAJI (28), mnohé rostliny nejsou schopny akumulovat Si na dostatečně vysoké úrovni, a bylo by u nich prospěšné geneticky manipulovat absorpční kapacitu kořene pro tuto živinu, a tím i zlepšit i schopnost lepšího překonání biotických a abiotických stresů. Přídavek draslíku se výrazně odrazil v cukernatosti, a to i přes nepříznivé povětrnostní podmínky. Podobnou zkušenost uvádí také MEHRANDISH (29).

Nižší hodnoty obsahu rozpustného popela i škodlivého dusíku se příznivě odrazil ve snížení ztrát cukru do melasy a také se zvýšil výnos bílého cukru (rafinády) (obr. 6).

Závěr

Výsledky pozorování potvrdily příznivý vliv mimokořenové výživy křemíkem i draslíkem na výnos a technologické parametry bulev cukrovky. Ukazuje se, jak uvádí celá řada autorů, že křemík může hrát významnou roli jako antistresor a eliminovat biotické i abiotické poškození cukrové řepy.

Tento příspěvek vznikl za finančního přispění IGA Mendelovy univerzity v Brně IP 25/2015.



Souhrn

V rámci maloparcelních polních pokusů založených ve srážkově příznivém roce 2014 a suchém ročníku 2015 byl testován vliv mimokořenové výživy draslíkem a křemíkem na výnos bulev a jejich technologickou kvalitu. Výsledky pozorování potvrdily příznivý vliv mimokořenové výživy na výnos a technologické parametry bulev cukrové řepy v obou letech. V prvním roce mimokořenová výživa zvyšovala výnos bulev v rozmezí od 3,705 do 4,818 t.ha⁻¹, v následujícím od 1,559 do 17,556 t.ha⁻¹. V průměru obou let se zvyšovala cukernatost bulev o 0,6–1,13 %. U většiny variant klesal obsah melasotvorného draslíku a u všech variant poklesl obsah sodíku. Hladina škodlivého dusíku se snížila o 5–7,5 mg.100 g⁻¹. Potvrdil se příznivý vliv křemíku jako antistresoru, který eliminuje negativní vliv sucha a omezuje tak abiotické poškození cukrové řepy.

Klíčová slova: cukrová řepa, mimokořenová výživa, křemík, draslík, kvalita bulev, stres ze sucha.

Literatura

- HŘIVNA, L. ET AL.: *Komplexní výživa cukrovky*. Maribo seed international ApS, 2014, 112 s.
- JŮZL, M. ET AL.: *Rostlinná výroba – III*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2000, Brno. 232 s.
- ČERNÝ, I.; PAČUTA V.: Quality of sugar beet root in relation to weather conditions and different atonik doses. *Journal of Central European Agriculture*, 4, 2009 (4), s. 420–425.
- DRAYCOTT, P. A.: *Sugar Beet*. United Kingdom: Blackwell publishing, 2008, 474 s.
- GRZEBISZ, W.; MUSOLF, R.; SZCZEPANIAK, W.: Agronomická a ekonomická reakce cukrovky na stres v obsahu draslíku a vody – polní simulační studie. *Listy cukrov. řepař.*, 121, 2005 (7–8), s. 222–232.
- PETR, J.: *Počasí a výnosy*. 1. vyd., Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1987. 365 s.
- ZIMOLKA, J.: *Speciální produkce rostlinná – rostlinná výroba*. Brno: MZLU, 2008, 245 s.
- BRÁZDIL, R.; TRNKA, M. ET AL.: *Sucho v Českých zemích: Minulost, současnost, budoucnost*. Centrum výzkumu globální změny AV ČR, v.v.i, Brno, 2015, 400 s.
- BITTNER, V.; BÉHAL, R.: *Škodlivé organismy cukrovky: Abiotická poškození, choroby, škůdci, plevele*. Slavkov: Maribo Seed, 2010, 104 s.
- SAPÁKOVÁ, E. ET AL.: Nutrition, pests and pathogens of sugar beet. Part I. *Folia Univ. Agric. Et Silv. Mendel. Brun.*, 7, 2014 (4), 78 s.
- EMADIAN, S. F.; NEWTON, R. J.: Growth enhancement of loblolly pine (*Pinus taeda* L.) seedlings by silicon. *Journal Plant Physiology*, 134, 1986, s. 98–103.
- EFIMOVA, G.V.; DOKYNCHAN, S. A.: Anatomico-morphological construction of epidermal tissue of rice leaves and increasing of its protection function under silicon effect. *Agriculture Biology*, 1986 (3), s. 57–61.
- LIANG, Y. ET AL.: Mechanisms of silicon-mediated alleviation of abiotic stresses in higher plants: a review. *Environmental Pollution*, 147, 2007, s. 422–428.
- BOCKHAVEN, V. J.; VLEESSCHAUWER, D. D.; HÖFTE, M.: Towards establishing broad-spectrum disease resistance in plants: silicon leads the way. *Journal of Experimental Botany*, 64, 2013 (5), s. 1281–1293.
- FRIML, M.; TICHÁ, B.: *Laboratorní kontrola cukrovarnické výroby*. Díl I, Základní rozbor. Praha: VÚPP, Středisko technických informací potravinářského průmyslu, 1986, 152 s.
- POTOP, V.; TÜRKÖTT, L.: Variabilita výnosů cukrovky ve vztahu k suchým a vlhkým obdobím. *Listy cukrov. řepař.*, 127, 2011 (11), s. 338–343.

17. CHOCHOLA, J.: *Průvodce pěstováním cukrové řepy*. KWS Osiva řepařský institut Semčice, 2010, 65 s.
18. CHÉRIF, M.; ASSELIN, A.; BÉLANGER, R. R.: Defense responses induced by soluble silicon in cucumber roots infected by *Pythium* spp. *Phytopathology*, 84, 1994, s. 236–242.
19. FAWC, A. ET AL.: Silicon-mediated accumulation of flavinoid phytoalexins in cucumber. *Phytopathology*, 88, 1998; s. 396–401.
20. BÉLANGER, R. R.; BENHAMOU, N.; MENZIES, J. G.: Cytological evidence of an active role of silicon in wheat resistance to powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*). *Phytopathology*, 93, 2003, s. 402–412.
21. RODRIGUES, F. ET AL.: Ultrastructural and cytochemical aspects of silicon-mediated rice blast resistance. *Phytopathology*, 93, 2003, s. 535–546.
22. EPSTEIN, E.: Silicon. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 50, 1999, s. 641–664.
23. WANG, L. ET AL.: Biosilicified structures for cooling plant leaves: a mechanism of highly efficient midinfrared thermal emission. *Applied Physics Letters*, 87, 2005, 194105.
24. ZHU, Z. ET AL.: Silicon alleviates salt stress and increases antioxidant enzymes activity in leaves of salt-stressed cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Plant Science*, 167, 2004, s. 527–533.
25. MOUSSA, H. R.: Influence of exogenous application of silicon on physiological response of salt stressed maize (*Zea mays* L.). *Int. J. of Agriculture and Biology*, 8, 2006; s. 293–297.
26. ZAHRADNÍČEK, J. ET AL.: Kalamitní nepatogenní škodliví činitelé cukrovky v závěru vegetace. *Agromagazín*, 11, 2010 (10), s. 6–12.
27. ABDEL-MOTAGALLY, F. M. F.; ATTIA, K. K.: Response of sugar beet plants to nitrogen and potassium fertilization in sandy calcareous soil. *Int. J. of Agriculture and Biology*, 11, 2009 (6), s. 695–700.
28. MA, J. F.; YAMAJI, N.: Silicon uptake and accumulation in higher plants. *Trends in Plant Science*, 11, 2006, s. 392–397.
29. MEHRANDISH, M. M.; MOEINI, J.; ARMINA, M.: Sugar beet (*Beta vulgaris* L.) response to potassium application under full and deficit irrigation. *European Journal Experimental Biology*, 2012 (2), s. 2113–2119.

Hřivna L., Hernandez Kong J., Machálková L., Burešová I., Sapáková E., Kučerová J., Šottníková V.: Effect of Foliar Nutrition of Potassium and Silicon on Yield and Quality of Sugar Beet in Unusual Windy Conditions in 2014 and 2015

The effect of foliar nutrition of potassium and silicon was tested on tuber yield and technological quality in small field trials based on favorable precipitations in 2014 and dry conditions in 2015. The results of observation confirmed a positive effect of nutrition on yield and technological parameters of sugar beet in both years. In the first year of the experiment, foliar nutrition increased tuber yield in the range from 3.705 to 4.818 t ha⁻¹ and from 1.559 to 17.556 t ha⁻¹ in the following year. Sugar content of tubers was increased about 0.6–1.13% on the average of both years. For most variants, the content of molasses producing potassium was decreased and sodium content was also reduced in all variants. The level of harmful nitrogen was decreased by 5–7.5 mg 100g⁻¹. This finding confirmed the positive effect of silicon as anti stress factor eliminating the negative effect of drought and thus limiting the abiotic damage of sugar beet.

Key words: sugar beet, foliar nutrition, silicon, potassium, tuber quality, stress coming from drought.

Kontaktní adresa – Contact address:

prof. Dr. Ing. Luděk Hřivna, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav technologie potravin, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, e-mail: hrivna@mendelu.cz