

Odběr dusíku a síry cukrovou řepou v druhé polovině vegetace

NITROGEN AND SULPHUR UTILIZATION IN SUGAR BEET IN SECOND PHASE OF VEGETATION

Jana Pechková, Luděk Hřivna – Mendelova univerzita v Brně

Dusík hraje zásadní roli při tvorbě chrástu a má tak vliv na centrální mechanismus ovlivňující existenci zdravé rostliny. Je nejvíce limitujícím prvkem výnosu, který je přímo spjatý s množstvím slunečního záření přijatého listy rostliny, a to v období od zasetí až po sklizeň (1).

Dusík je rostlinou přijímán z dodaných hnojiv, převážnou většinu ale zpravidla rostliny čerpají z půdní zásoby. Hladina přístupného dusíku je ovlivněna mineralizačním procesem a následnou nitrifikací (2). Při aplikaci dusíku je nutné hledat kompromis tak, abychom umožnili vytvoření dostatečného listového aparátu potřebného pro tvorbu asimilátů a přitom nedošlo ke zhoršení kvality řepné šťávy nárůstem obsahu škodlivého dusíku (1).

Případná deficiencie dusíku se projevuje světle zeleným zbarvením listů. S prohlubujícím se nedostatkem barva přechází do žluté a listy předčasně odumírají. Symptomy deficiencie dusíku se nejdříve objevují na starších listech. Dále dochází k redukci výnosu kořene a poklesu cukernatosti díky nedostatečně velké listové ploše. Ani vysoké dávky dusíku nejsou vhodné, jelikož snižují cukernatost v důsledku nadměrné listové pokrývnosti (3).

Dusík dodáváme zejména v první polovině vegetace. Pozdní aplikace zvyšuje koncentraci dusíku v rostlině, listy jsou větší a zvyšuje se obsah chlorofylu, na efektivitu využití záření v pozdním létě a na podzim to ale nemá vliv. Cukrová řepa musí obsahovat 0,04 gN.cm⁻² listu, což odpovídá příjmu 120 kg.ha⁻¹ N pro dosažení 85% listové pokrývnosti (4).

Síra je přijímána jako SO₄²⁻ z půdy. V půdě se uvolňuje z méně rozpustných sloučenin. Z organických látek pak procesem sulfurikace. Část síry jsou rostliny schopné přijímat z ovzduší (5). Emise a následné depozice síry se však v Evropě od roku 1970 postupně snižují. Začala se tak rozšiřovat deficiencie

síry. Spolehlivá a včasná analýza obsahu síry v půdě může zabránit zhoršení výnosu a kvality cukrové řepy. Indikátory jsou koncentrace S, SO₄²⁻ a poměr N/S a SO₄²⁻/S. Bylo zjištěno, že deficiencie síry zvyšuje množství nebiókoviných dusíkatých látek v rostlinách cukrovky, zvláště pak α -aminodusíku a volných aminokyselin, což je nežádoucí (6).

Informace o množství síry akumulované v chrástu a kořenu chybí (7). Vzhledem k tomu, že dynamika příjmu síry a dusíku spolu velmi úzce souvisí (8), zaměřili jsme se právě na čerpání těchto dvou živin.

Metodika

V roce 2011 a 2012 byly založeny maloparcelní polní pokusy na pozemcích patřících do katastru ZP Agrospol Velká Bystřice. Průběh povětrnosti prezentuje tab. I. Základní agrotechnické údaje jsou uvedeny v tab. II. V rámci pokusu bylo sledováno čerpání živin a jejich translokace do kořene a chrástu cukrovky v druhé polovině vegetace. V průběhu vegetace bylo provedeno celkem pět odběrů (1. 8., 16. 8., 29. 8., 11. 9 a 25. 9). V každém termínu bylo odebráno vždy 20 vzorků po 3 rostlinách, tj. celkem 60 rostlin. U odebraných vzorků rostlin byla stanovena hmotnost sušiny 1 rostliny a v sušině celých rostlin pak stanoven obsah N, P, K, Ca, Mg a S. Obsah N byl stanoven Kjeldahlovou metodou po spalování na mokré cestě v H₂SO₄ + H₂O₂ z mineralizátu coulometricky a ostatní živiny po mineralizaci v HNO₃ a H₂O₂ v uzavřeném mikrovlákném systému metodou ICP OES na přístroji Jobin Yvon 24 (9). Pro účely tohoto článku byly vybrány výsledky čerpání síry a dusíku.

Pro bližší posouzení účinků jednotlivých hnojiv bylo provedeno statistické zpracování dat dle STÁVKOVÉ A DUFKA (10). Pro hodnocení rozdílů mezi jednotlivými odběry v rámci obou ročníků byla použita multifaktoriální analýza variance a metoda následného testování průkaznosti rozdílů mezi jednotlivými úrovněmi faktorů. U všech souborů dat byla testována homogenita rozptylu dle Cochranova.

Vyhodnoceny byly i závislosti mezi vybranými faktory korelační analýzou, korelační koeficienty byly vypočteny na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

Byla provedena regresní analýza, stanovena rovnice regrese a interval spolehlivosti R.

Podle LITSCHMANOVÉ (11) se síla závislosti rozděluje na velmi slabou (0,00–0,09), slabou (0,09–0,29), střední (0,30–0,49) a silnou (0,50–1,00). Z tohoto pohledu můžeme hodnotit i vztah mezi námi sledovanými parametry.

Hodnocení bylo provedeno za využití software Statistica 10.0 (StatSoft, Inc.).

Tab. I. Průběh povětrnosti

Měsíc	Srážky (mm)		Teplota (°C)	
	2011	2012	2011	2012
Březen	38,4	8	5,1	6,3
Duben	33,5	31	11,8	10,5
Květen	71,5	38	15	16,5
Červen	126,7	100	19	19
Červenec	136	84,2	18,4	21,2
Srpen	81,8	71,2	20,3	20,7
Září	21,5	82,2	16,8	15,6

Výsledky a diskuse

Na dynamice změn obsahu N v chrástu cukrovky se významně projevil i ročník. V roce 2011 byla zjištěna značná variabilita obsahu dusíku translokovaného v chrástu v průběhu druhé fáze vegetace (obr. 1.), a to zejména při 3. a 5. odběru, kdy bylo zaznamenáno jeho výrazné zvýšení. Roli zde zřejmě při 3. odběru sehrála intenzivní srážková činnost (tab. I.) a reziduální dusík, nacházející se v hlubších vrstvách, v závěru se projevila i retrovegetace porostu. Jak uvádí BLUMENTHAL (3), cukrovka dokáže dusík (dusičnany) využívat až z hloubky 1,8 m i hlouběji. Svou roli zde také hraje úroveň mineralizace půdní organické hmoty (12).

V roce 2012 odpovídala dynamika potřeby dusíku pro tvorbu chrástu standardním průběhům. V průběhu celého sledovaného období se obsah dusíku v sušíně chrástu snižoval z počáteční hodnoty 3 g na 1 rostlinu na konečný obsah dusíku 1,7 g na rostlinu. S těmito poklesy korespondovaly přírůstky obsahu dusíku v kořeni (obr. 1.), kdy začínalo docházet k translokaci dusíku z nadzemní části za současného odumírání starších listů.

Dynamiku změn akumulace síry v nadzemní listové růžici můžeme pozorovat na obr. 2. V roce 2011 se obsah síry v chrástu při jednotlivých odběrech příliš neměnil. Pohyboval se v rozmezí od 0,19 do 0,23 g S na 1 rostlinu. V roce 2012 byl zaznamenán podobný průběh s výjimkou posledního odběru, kdy obsah síry nečekaně vzrostl z 0,39 g (4. odběr) na 0,55 g na rostlinu.

V roce 2011 byl průměrný obsah síry v druhé fázi vegetace (1. až 5. odběr) 0,2 g S na 1 rostlinu. V roce 2012 byl průměrný obsah síry v chrástu dvakrát vyšší, 0,4 g na rostlinu.

Obsah síry v kořeni (obr. 2.) se v průběhu jednotlivých odběrů zvyšoval. Nejvyšší průměrná hodnota obsahu síry v kořeni v roce 2011 při pátém odběru byla 0,09 g na rostlinu.

V roce 2012 byla tato hodnota opět vyšší (0,14 g na rostlinu). Celkový odběr síry při výnosu 50 t bulev se uvádí 30 kg.ha⁻¹ (13). DRAYCOTT (14) uvádí dokonce 50 kg.ha⁻¹. V našem případě činil odběr síry v prvním roce při počtu 80 000 jedinců v průměru cca 16 kg.ha⁻¹ a ve druhém 32 kg.ha⁻¹ u chrástu a 6–9 kg.ha⁻¹ u kořene. Je tedy vidět, že čerpání může být značně variabilní.

Tab. II. Základní agrotechnické údaje pokusu

Rok	2011	2012
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), 190 kg.ha ⁻¹ superfosfát (45 % P ₂ O ₅), 170 kg.ha ⁻¹ draselná sůl (60 % K ₂ O)
Datum setí a výsev	31. 3. 2011, 1,3 VJ	24. 3. 2012, 1,17 VJ
Odrůda	Lucata (Syngenta)	Imperial (Maribo Seed)
Hnojení před setím	200 kg.ha ⁻¹ LAV 27 (27 % N)	200 kg.ha ⁻¹ LAV 27 (27 % N)
Aplikace hnojiv s bórem	18. 7., 29. 8. 2011	18. 7., 29. 8. 2012
Sklizeň	11. 10. 2011	5. 10. 2012

I když byl očekáván silný vztah mezi obsahem síry a dusíku v chrástu cukrovky (obr. 3.), naše výpočty ukázaly opak. Síla této závislosti je slabá ($r = 0,249^{**}$). Tento trend je možno vysvětlit translokací prvků z chrástu do kořene, a to zejména v druhé fázi vegetace, kdy již dochází k redukci listového aparátu.

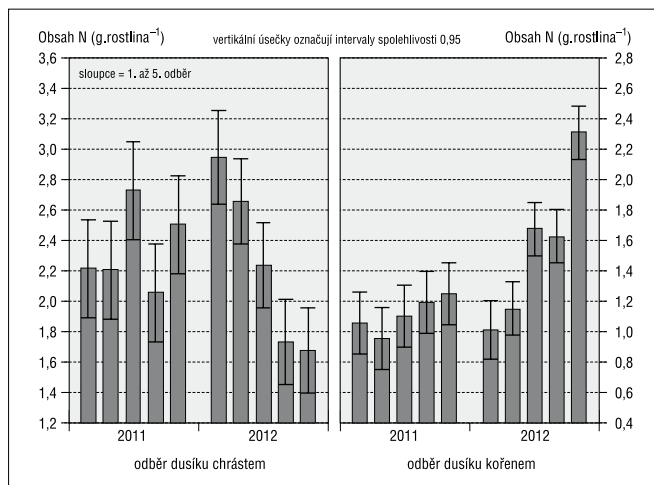
Velmi silný kladný vztah ($r = 0,890^{**}$) byl potvrzen mezi akumulací dusíku a síry v kořeni (obr. 4.). Z této kladné silné závislosti plyne, že se zvyšujícím obsahem síry roste i obsah dusíku.

Poměr dusíku a síry je obvykle 15 : 1 (hmotnosti) u zdravé rostliny. V případě vyššího poměru může být příčinou nedostatku síry v rostlině. Pokud je poměr N : S narušen, mohou se vyskytovat neobvyklé koncentrace některých aminokyselin (7).

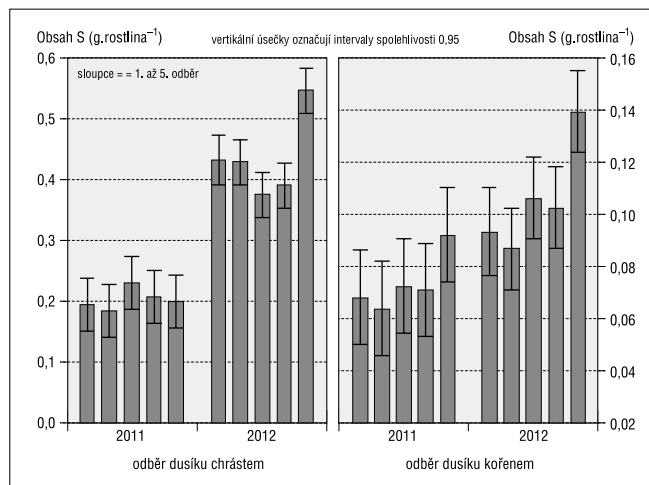
Závěr

Pokus sledoval dynamiku změn obsahu dusíku a síry v cukrovce v druhé polovině vegetace (srpen–září). Sledování variability čerpání živin chrástem a kořenem během vegetace spolu s chemických složením půdy je důležité pro rozhodnutí o správné dávce hnojiva, která zajistí optimální výživové podmínky pro rostlinu. Můžeme se tím vyhnout projevům deficience těchto prvků, nebo jejich nadbytku, zajistit stabilní výnos a dobrou technologickou kvalitu cukrové řepy.

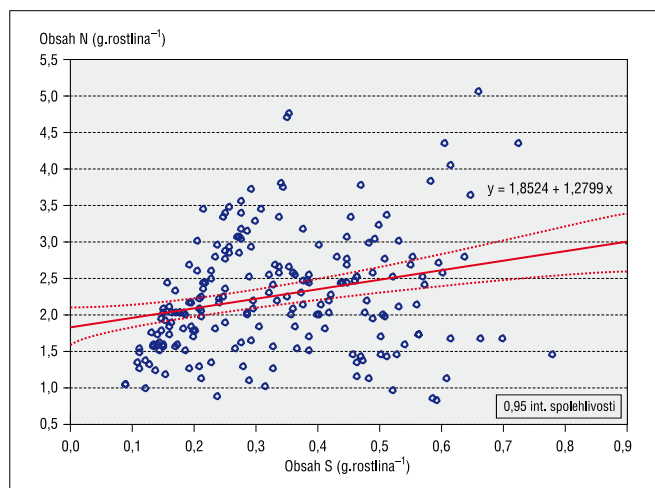
Obr. 1. Dynamika změn dusíku obsaženého v chrástu a kořenu



Obr. 2. Dynamika změn síry obsažené v chrástu a kořenu



Obr. 3. Vztah mezi akumulací dusíku a síry v chrástu



Příspěvek vznikl za finančního přispění IGA Mendelovy univerzity v Brně IP 7/2013.

Souhrn

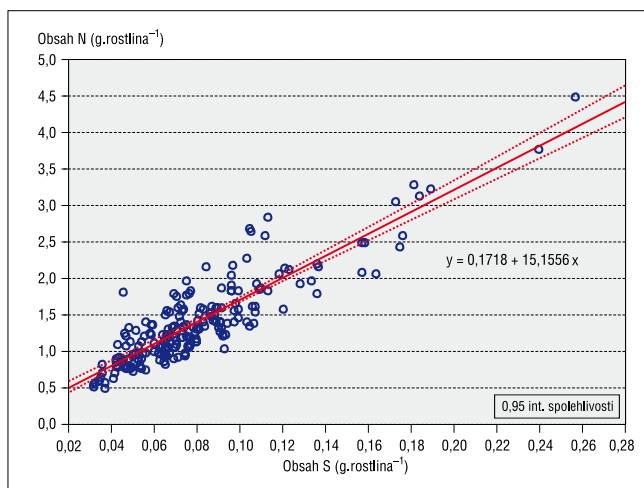
V rámci pokusu bylo zjišťováno čerpání dusíku a síry a jejich translokace do chrástu a kořene cukrovky v průběhu druhé fáze vegetace. Vzhledem k tomu, že je síra u rostlin bezprostředně spojena s metabolismem dusíku, byly posouzeny i vztahy mezi těmito dvěma prvky. V roce 2011 byla zjištěna značná variabilita obsahu dusíku translokovaného v chrástu, která se projevila při třetím a pátém odběru jeho výrazným zvýšením. V roce 2012 se v průběhu celého sledovaného období obsah dusíku v sušině chrástu snižoval z počáteční hodnoty 3 g N na rostlinu na konečný obsah dusíku 1,7 g na rostlinu. S těmito poklesy korespondovaly přírůstky obsahu dusíku v kořeni. Co se týká síry, v roce 2011 byl průměrný obsah síry v druhé fázi vegetace (1. až 5. odběr) 0,2 g S na rostlinu. V roce 2012 byl průměrný obsah síry v chrástu dvakrát vyšší, 0,4 g na rostlinu. Obsah síry v kořeni byl vyšší i v roce 2012 (0,14 g na rostlinu). Síla závislosti mezi akumulací dusíku a síry v chrástu byla určena jako slabá ($r = 0,249^{**}$). Naopak tomu bylo u vztahu mezi sírou a dusíkem v kořeni, kde byl potvrzen velmi silný kladný vztah ($r = 0,890^{**}$).

Klíčová slova: cukrová řepa, akumulace, kořen, chrást, dusík, síra.

Literatura

1. MALNOU, C. S.; JAGGARD, K. W.; SPARKES, D. L.: A canopy approach to nitrogen fertilizer recommendations for the sugar beet crop. *Europ. J. Agronomy*, 2006 (25), s. 254–263.
2. DAVIS, G. J.; WESTFALL, G. D.: Fertilizing Sugar Beets. *Soil and crop science*, 2009 (4).
3. BLUMENTHAL, M. J.: Fertilizing sugarbeet. In WILSON, R. G.; SMITH, J. A.; MILLER, S. D.: *Sugar beet production guide*. University of Nebraska, Institute of Agriculture & Natural Resources, 2001, 210 s.
4. MALNOU, S. C.; JAGGARD, W. K.; SPARKES, L. D.: Nitrogen fertilizer and efficiency of the sugar beet crop in late summer, *Europ. J. Agronomy*, 2008 (28), s. 47–56.
5. HRIVNA, L. ET AL.: *Komplexní výživa cukrovky*. Danisco, 2003, 84 s.
6. THOMAS, G. S. ET AL.: Effect of sulphur deficiency on the growth and metabolism of sugar beet (*Beta vulgaris* cv). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2000 (80), s. 2057–2062.
7. DRAYCOTT, P. A.: *Sugar Beet*. Blackwell publishing, 2008, 474 s.
8. HRIVNA, L.: *Výnos a kvalita pšenice ozimé a jarního ječmene po bnožení sírou a dusíkem*. 2010, Habilitační práce, 197 s.
9. ZBÍRAL, J.: *Analýza rostlinného materiálu. Jednotlivé pracovní postupy ÚKZÚZ Brno*. 1994, 4/20.

Obr. 4. Vztah mezi akumulací dusíku a síry v kořenu



10. STÁVKOVÁ, J.; DUFEK, J.: *Biometrika*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2005, 194 s.
11. LITSCHMANNOVÁ, M.: *Statistika 1 – cvičení, jednoduchá lineární regrese*. 2009, [online] <http://www.amvsb.cz/list40/STA1/materialy/regrese.pps>.
12. HERLIHY, M.; HEGARTY, T.: *Prediction of nitrogen inputs for sugar beet*. Teagasc, Johnstown Castle Research Centre, Wexford, 2001, 34 s., ISBN 1-81470-222-6.
13. PULKRÁBEK, J.: *Řepa cukrová: pěstitelský rádce*. Praha, 2007, 64 s.
14. DRAYCOTT, P. A.; CHRISTENSON, R. D.: *Nutrients for sugar beet production Soil-Plant Relationships*. CABI publishing, 2003, 242 s., ISBN 08-5199-623-X.

Pechková J., Hřivna L.: Nitrogen and Sulphur Utilization in Sugar Beet in Second Phase of Vegetation

The field trial focused on utilization of nitrogen and sulphur and their translocation into the tops and roots of sugar beet during the second phase of vegetation. In plants, sulphur is directly associated with nitrogen metabolism, therefore relationships between these two elements were assessed. In 2011, a significant variability of nitrogen translocated into the tops was discovered – it demonstrated by a significant increase in the third and fifth sampling. In 2012, during the whole monitoring period, nitrogen content in the dry matter of leaves decreased from N content 3 g/plant to the final content of 1.7 g/plant. These increases corresponded with decreases in nitrogen content in the root. As for sulphur, in 2011 the average sulphur content of the second phase of vegetation (1st to 5th collection) was 0.2 g/plant. In 2012, the average sulphur content of tops was two times higher, i.e., 0.4 g/plant. The sulphur content in the root was also higher in 2012 (0.14 g/plant). The dependency between the accumulation of nitrogen and sulphur in the tops was assessed as weak ($r = 0,249^{**}$). On the contrary, the relationship between sulphur and nitrogen in the root was confirmed to be very strong and positive ($r = 0,890^{**}$).

Key words: sugar beet, accumulation, root, beet tops, nitrogen, sulphur.

Kontaktní adresa – Contact address:

Mgr. Ing. Jana Pechková, Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav technologie potravin, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, e-mail: pechkovajana@tiscali.cz