

Zkušenosti s aplikací listových hnojiv v porostu cukrové řepy

EXPERIENCE WITH FOLIAR FERTILIZERS APPLICATION IN SUGAR BEET STANDS

Klára Pavlů – Řepařský institut, spol. s r. o.

Příjem živin je velmi důležitý pro správný průběh vegetace a u každé plodiny má svá specifika. V posledních 20 letech se výnos kořene cukrové řepy zvýšil zhruba o 30 % a také došlo k výraznému poklesu obsahu popelovin a α -aminodusíku (1). Lze tedy oprávněně předpokládat, že dochází i ke změnám v příjmu živin. Hlavní příjem živin se odehrává přes kořeny, v menší míře potom přes listy. Nejdůležitější hnojení cukrové řepy dusíkem je z větší míry řešeno přes půdu na začátku vegetace. Cukrovka dusík čerpá v půdního profilu a díky hluboce kořenícímu systému postupně získává živiny i ze spodních půdních vrstev. Hnojení dusíkem má nejviditelnější a nejprokazatelnější efekt. Ovšem své nezastupitelné místo mají i ostatní živiny, které ovlivňují vývoj a zdravotní stav rostlin. Pro cukrovou řepu jsou velmi důležité draslík, hořčík, fosfor, a síra. BAIER A BAIEROVÁ (1) uvádějí, že do konce června přijme řepa asi 65 % N, 49 % P, 59 % K, 79 % Ca a 50 % Mg. BŮRČKY ET AL. (2) provedl sérii pokusů a publikoval tabulku pro příjem živin (tab. I.). Z tabulky vyplývá, že příjem živin probíhá v širším rozmezí. Zvláště rozkolísaný byl odběr manganu.

Listová výživa je metodou doplňkovou a nemůže nahradit výživu kořenovou. Její význam se zvyšuje hlavně ve chvíli, kdy

řepa trpí nějakým nedostatkem či stresem. Mezi mikroživiny s relativně největší výnosovou odezvou můžeme zařadit mangan a bór. Kromě toho lze listovými hnojivy dodávat i některé již zmíněné makroživiny. Listová hnojiva tak pomáhají vytvářet podmínky pro vyšší odolnost rostlin vůči stresovým faktorům, a tedy omezují strádání rostlin v kritických obdobích (3). Základním faktorem ovlivňujícím efektivitu foliární výživy je rychlost příjmu živin. Rozhodující význam tu má svrchní vrstva listu, kutikula. Propustnost kutikuly je ovlivněna stářím listu, ovlhčením a v neposlední řadě délkou působení přípravku (4). Obecně platí, že čím mladší je rostlina, tím snadnější je vstup živin. Na druhou stranu pokrývnost listů cukrovky v raných vývojových fázích je nízká, takže aplikace na list nemá příliš smysl. Obecně se doporučuje přistupovat k první foliární výživě zhruba v období, kdy řepa dosahuje poloviny své konečné velikosti. K aplikaci nemá význam přistupovat dříve, než je řepa ve fázi alespoň 6–8 pravých listů. Doporučuje se také provádět aplikaci navečer, kdy stoupá relativní vlhkost vzduchu a klesá teplota. Tím se zároveň zajišťuje větší ovlhčení a delší doba působení přípravku. Při aplikaci za slunečného počasí dochází k rychlému vysychání a podstatnému zkrácení doby přítomnosti přípravku

Obr. 1. Projevy nedostatku hořčíku na listu řepy (foto: V. Bittner)



Tab. I. Příjem živin v řepě, listech a celkový příjem řepy (n = 114)

| Živina | Příjem živin | | |
|---|-------------------|-------------------|---------------------|
| | kořen | chrást | celkem |
| Průměrná hodnota (minimum – maximum) (kg·ha ⁻¹) | | | |
| N | 110 (72 – 169) | 114 (51 – 199) | 224 (133 – 328) |
| P | 20 (9 – 28) | 14 (6 – 23) | 34 (16 – 49) |
| K | 136 (79 – 214) | 245 (94 – 436) | 381 (186 – 617) |
| Mg | 25 (16 – 35) | 32 (11 – 65) | 57 (31 – 98) |
| S | 7 (5 – 10) | 15 (7 – 27) | 22 (13 – 36) |
| Průměrná hodnota (minimum – maximum) (g·ha ⁻¹) | | | |
| B | 229 (139 – 322) | 204 (84 – 369) | 433 (236 – 626) |
| Mn | 714 (365 – 1 139) | 548 (193 – 1 306) | 1 262 (578 – 2 389) |
| Cu | 78 (52 – 117) | 44 (17 – 107) | 122 (77 – 219) |

Pramen: upraveno podle BŮRČKY ET AL. (2)

na listu. Aplikace navečer přináší ještě další výhodu. Při případném vyschnutí roztoku za noci může ráno vlivem kondenzace vzdušné vlhkosti ve formě rosy dojít k obnovení podmínek vhodných pro prostup živin. Rychlost absorpce jednotlivých živin se významně liší. Kationty vstupují do listů rychleji než anionty a malé molekuly jsou přijímány rychleji než velké. Rychlost příjmu vybraných živin lze odvodit z tab. II. Účinnost foliární výživy je také závislá na koncentraci aplikovaného roztoku a teplotě při aplikaci. U obojího platí, že příliš vysoké hodnoty mohou být kontraproduktivní. Příliš vysoká koncentrace živin může vést k popálení. Podobně při vysokých teplotách může dojít k popálení listů nebo vykrystalizování solí na povrchu listu.

Dynamika odběru živin v průběhu vegetace

Největší dynamika růstu chrástu je v oprůběhu června, kdy se vytvoří více než polovina biomasy sušiny nadzemní hmoty. Do konce července se pak zpravidla vytvoří 90 % veškeré listové plochy. Dynamika růstu kořene je odlišná. Zpočátku roste kořen pomaleji a do konce června vytvoří asi pětina celkové hmotnosti. Intenzivní růst začíná teprve po vytvoření dostatečného listového aparátu v průběhu července a srpna. Na začátku září je řepa téměř na konečné hmotnosti a za příznivých podmínek dochází k další tvorbě a ukládání cukru. Základní živiny dusík, draslík a sodík jsou odebírány hlavně v první polovině vegetace zhruba do konce června (3). Fosfor, vápník a hořčík odebírá rostlina průběžně až do konce srpna. Zvláště u fosforu se projevuje zvýšená spotřeba i v září, neboť je třeba uhradit spotřebu energie na tvorbu a transport sacharosy (5). U mikroelementů je situace proměnlivá. Bór čerpá rostlina během celé vegetace, ale nejintenzivněji v červnu. Mangan rostlina čerpá spíše až v červenci a potom znovu v září. Měď, zinek a železo jsou intenzivně přijímány v červnu a potom opět v srpnu. Zvláště u mědi je tento efekt spojen s fungicidní ochranou.

Tab. II. Doba potřebná k absorpci 50 % z celkového množství aplikované živiny

| Živina | | Doba absorpce |
|---------------|--------------|---------------|
| makroelementy | N (močovina) | 1 – 4 h |
| | Mg | 2 – 5 h |
| | K | 1 – 3 d |
| | Ca | 4 d |
| | P | 5 – 10 d |
| | S | 7 – 8 d |
| mikroelementy | B | 2 – 5 h |
| | Mn | 2 d |
| | Cu | 10 – 12 d |

Tab. III. Hodnocení obsahu přijatelného hořčíku v orné půdě (metoda Mehlich III) a doporučené každoroční dávky hořčíku

| Obsah hořčíku | Půda | | | Doporučená dávka Mg (kg·ha ⁻¹) |
|---------------|---------------------------------------|-----------|-----------|---|
| | lehká | střední | těžká | |
| | Obsah Mg (mg·kg ⁻¹ zeminy) | | | |
| Nízký | 0 – 80 | 0 – 105 | 0 – 120 | 40 – 50 |
| Vyhovující | 81 – 135 | 106 – 160 | 121 – 220 | 30 – 35 |
| Dobrá | 136 – 200 | 161 – 265 | 221 – 330 | 15 – 20 |
| Vysoký | 201 – 285 | 266 – 330 | 331 – 460 | 0 – 10 |
| Velmi vysoký | nad 285 | nad 330 | nad 460 | 0 |

Pramen: Pulkrábek (5)

Na trhu je velká řada listových hnojiv, která kombinují mikroprvky s makroprvky a liší se i chemickou formou. Zorientovat se v této nabídce je pro praktika velmi obtížné. V pokusech jsme se zaměřili jen na vybrané živiny a také na spíše jednosložková listová hnojiva (konkrétně Mg, B a Mn).

Hnojení hořčíkem

Cukrovka je plodinou velmi náročnou na hořčík. Obecně se uvádí potřeba hořčíku na 1 t produkce (bulva a chrást) asi 0,8 kg. Doporučené hnojení podle obsahu hořčíku v půdě a typu půdy je uvedeno v tab. III. Z počátku se hořčík kumuluje v listech a od srpna se ukládá i v bulvě.

Základními hořečnatými hnojivy určenými pro aplikaci do půdy jsou Kieserit, dolomitický vápenec a vápenný dolomit. Hořká sůl, tedy síran hořečnatý s obsahem 16 % MgO, se používá na foliární aplikaci. Listovými hnojivy už základní hnojení jenom doplňujeme. Nedostatek Mg se projevuje chlorózou starších listů (obr. 1.). Chloróza postupuje od okrajů a řapíků a postupně se projevuje na celé listové ploše vyjma plochy kolem žilnatiny.

Obr. 2. Nedostatek bóru u cukrovky (foto: V. Bittner)



Obr. 2. Příznaky nedostatku bóru v srdečku řepy (foto: V. Bittner)



Obr. 4. Mramorovitost listů z nedostatku manganu (foto: V. Bittner)

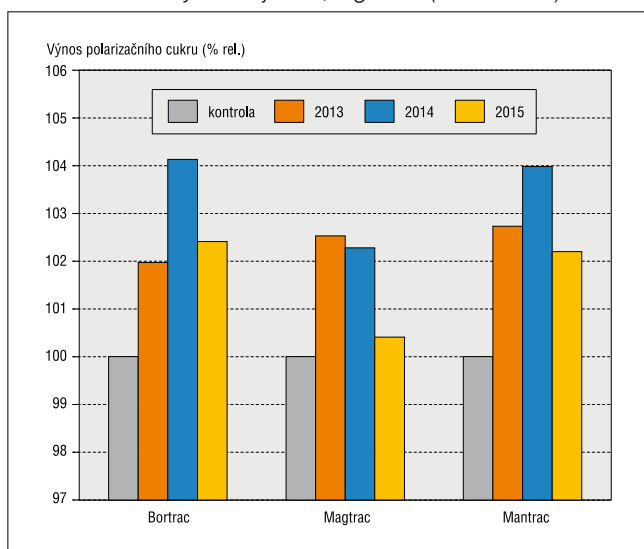


Následně se objevují nekrotické skvrny. Okraje listů tmavnou a mohou odpařovat. Velmi podobně se projevuje i deficit draslíku a manganu.

Hnojení bórem

Bór je jedním ze základních mikroprvků a s deficitem v pěstech cukrové řepy se můžeme setkat poměrně často. Potřeba bóru se pohybuje v rozmezí 350–500 g·ha⁻¹. Symptomy se mohou projevit už na mladých listech, které jsou křehké a zůstávají malé (obr. 2.). Specifické příznaky bývají patrné na listových řapících – hnědé skvrny v jejich úžlabí, tzv. hnědá skvrnitost až korkovitost (6). Typickým příznakem je tzv. suchá srdečková hniloba (obr. 3.), kde odumírá růstový vrchol a uprostřed řepné hlavy se objevuje poškozené pletivo postupně přecházející až do dutiny. Po dešti může rostlina vytvářet postranní růžice a zmlazovat. U bóru je rovněž důležité, že pomáhá k lepšímu využití vápníku. Při nedostatku bóru nedokáže rostlina získávat vápník z půdy a mohou se na ní projevit také příznaky nedostatku vápníku.

Obr. 5. Vliv listových hnojiv s B, Mg a Mn (2013–2015)



Tab. IV. Výnos polarizačního cukru, výsledky pokusů Řepečského institutu z let 2013–2015

| Varianta | Průměr všech pokusů (% rel.) | Rozmezí výsledků (% rel.) | |
|---------------------------------|------------------------------|---------------------------|---------|
| | | minimum | maximum |
| Kontrola | 100,00 | — | — |
| Bortrac 3× 1 l·ha ⁻¹ | 102,14 | -3,35 | +9,94 |
| Magtrac 3× 2 l·ha ⁻¹ | 101,74 | -2,96 | +6,08 |
| Mantrac 3× 1 l·ha ⁻¹ | 102,98 | -2,71 | +9,04 |

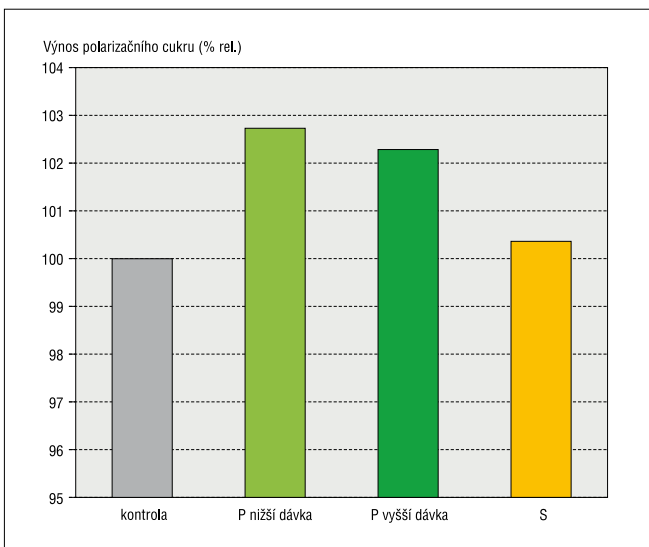
Hnojení manganem

Mangan má nezastupitelnou funkci jako aktivátor velkého množství enzymů. Příjem manganu u cukrovky je asi 500 g·ha⁻¹. Deficit se projevuje na nových listech nejprve drobnými žluto-bílými skvrnami mezi žilnatinou listů, tzv. mramorování (obr. 4.), později se prodlužují listové řapíky a rostlina řepy působí vzpřímeným dojmem.

Pokusy s listovými hnojivy

Pokusy s listovými hnojivy jsme realizovali v letech 2013 až 2015 ve spolupráci s firmou YARA. Po dobu tří let jsme zrealizovali celkem 18 maloparcelkových pokusů. V pokusu jsme mimo jiné srovnávali ošetření třemi různými přípravky na bázi bóru, hořčíku a manganu (tab. IV.). Mezi jednotlivými lokalitami a ročníky byly značné rozdíly, a proto je interpretace obtížná. Nicméně lze konstatovat, že použití listových hnojiv ve většině případů vedlo ke zvýšení výnosu. V grafu na obr. 5. jsou uvedené průměrné výsledky z jednotlivých ročníků. Je tu znázorněn výsledek ve výnosu polarizačního cukru. Ten zohledňuje nejen čistý výnos, ale i cukernatost. Tab. IV. potom uvádí difference jednotlivých výsledků. Ve většině případů došlo spíše k pozitivnímu ovlivnění výsledku. Největších benefitů jsme dosahovali v ročníku 2014. Tady se velmi pozitivně projevilo ošetření listovým hnojivem

Obr. 6. Vliv listových hnojiv s obsahem P a S (2013–2014)

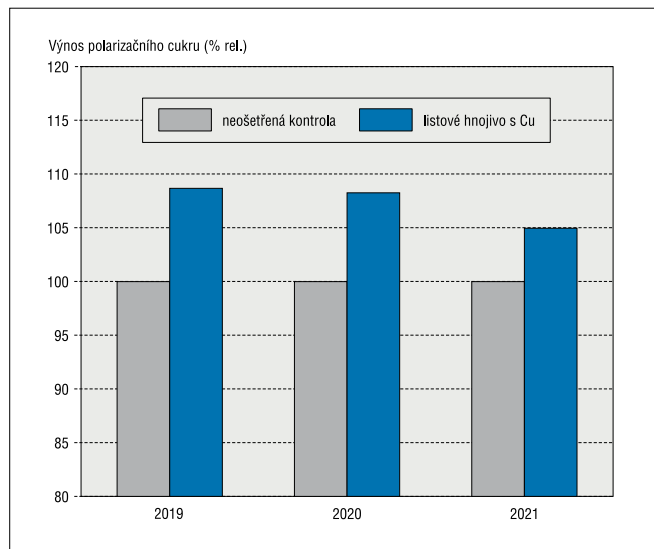


s obsahem bóru a manganu – v průměru kolem 4 %. U listových hnojiv je to výsledek velmi pozitivní a očekávaný. Nejpriznivější výsledek jsme zaznamenali v roce 2014 na lokalitě Slovec při ošetření přípravkem Bortrac. Ošetřená varianta zvýšila výnos polarizačního cukru o téměř 10 %. Naopak nejhůře jsme dopadli v roce 2015, kdy bór s manganem pozitivně ovlivnily výnos polarizačního cukru jen o 2 %. Efekt hořčičku byl téměř nulový.

V pokusech jsme měli zařazenou i variantu listového hnojiva s fosforem a sírou. V pokusu byly použity přípravky Powerphos a Sulfomax. Výsledky jsou shrnuty na obr. 6. U fosforu jsme zkoušeli nižší a vyšší dávku přípravku. Potvrdilo se, že při dávce vysoce převyšující potřebu rostliny dojde spíše ke snížení pozitivního efektu. V průměru 12 pokusů realizovaných v letech 2013 a 2014 jsme zaznamenali pozitivní ovlivnění výnosu listovým hnojivem obsahujícím fosfor v nižší dávce o 3 %, u vyšší dávky fosforu pak o něco méně (asi 2 %). Tento výsledek je ve shodě s úvahou, že dodáme-li rostlině živinu, které má dostatek či nadbytek, nemůže být bezprostředně využita pro tvorbu výnosu a její kumulace může vyvolat zpomalení metabolismu či zvýšenou spotřebu energie na její případnou translokaci či desorpci (1). Varianta s listovým hnojivem obsahujícím síru byla téměř bez efektu vůči kontrole. Při deficienci síry vzrůstá obsah α -aminodusíku (3), tím dochází k významnému snížení výtěžnosti bílého cukru. V našich pokusech jsme ovšem tento jev nepozorovali, hladina α -aminodusíku ve srovnání s kontrolou byla na stejné úrovni, zkoušené lokality zřejmě nedostatkem síry netrpěly.

Poměrně zajímavý je fenomén mědi. Přípravky obsahující měď jsou často uváděny na trh se statusem listových hnojiv, ale vykazují výrazný fungicidní účinek. Kromě zmíněné mědi se fungicidní efekt přisuzuje i síře a částečně stříbru. Měď je rostlinami přijímána jako měďnatý kationt. V rostlinách je poměrně málo pohyblivá a zhruba ze 70 % se ukládá v chloroplastech. Měď působí významně na fotosyntézu a při regulaci vodní bilance rostlin. Pokusy s listovým hnojivem na bázi mědi jsme realizovali v Řepařském institutu v letech 2019–2021 celkem v 18 maloparcelkových pokusech s různou výnosovou úrovní. V pokusech byl použit přípravek Reef v dávce $5,0 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ a ošetření proběhlo $2\times$. První aplikace zhruba na začátku srpna a druhá potom na konci srpna. Obě aplikace tedy v období, kdy se aplikovaly fungicidy. Výsledky jsou shrnuty v grafu na obr. 7. Efekt mědi byl poměrně

Obr. 7. Vliv listového hnojiva s obsahem mědi (2019–2020)



významný, ale zcela jistě to bylo způsobeno i fungicidním působením. V prvních dvou letech dosáhla varianta s aplikací přípravku Reef v průměru o 8 % vyšší výnos polarizačního cukru, v roce 2021 to byl téměř o 5 % vyšší výnos polarizačního cukru proti neošetřené kontrole. Na podobné úrovni se pohyboval i výsledek při ošetření standardními organickými fungicidy. To důrazně podporuje teorii, že to je spíše efekt fungicidní než výživový. Nicméně je to efekt poměrně významný a pozitivní. Důležité je zmínit, že se jedná o prvek, jehož použití je v polním pěstování omezeno, a to na množství 4 kg Cu na sezonu.

Závěr

Listová hnojiva se postupně stávají součástí úspěšné pěstitelské praxe. Jejich přínos bohužel není vždy stoprocentně zajištěn. Větší jistotu návratnosti přináší aplikace u stresovaných porostů, kde lze předpokládat deficienci některých živin. Z průměru řady našich pokusů s cukrovou řepou realizovaných v rozmezí let 2013–2021 však vychází pozitivní přínos kolem 3 %. Zvláštní postavení mají listová hnojiva s obsahem mědi. Na trhu je jich celá řada, s mědí v různých formách. Pozitivní efekt na výnos cukrovky jsme zaznamenali u většiny z nich, i když se jedná spíše o efekt fungicidní.

Literatura

- BŮRCKY, K. ET AL.: Nährstoffaufnahme der Zuckerrübe. *Sugar Ind.*, 142, 2017 (3), s. 162–167.
- BAIER, J.; BAIEROVÁ, V.: *Abeceda výživy rostlin a hnojení*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1985, 360 s.
- HŘIVNA L. ET AL.: *Komplexní výživa cukrovky*. Slavkov: Maribo Seed International ApS, organizační složka v ČR, 2014, 112 s.
- URBAN, J.; PULKRÁBEK, J.: Uplatnění listové výživy a stimulace růstu v technologii pěstování cukrové řepy. *Agromanual*, 2017, [online] <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/listova-hnojiva/uplatneni-listove-vyzivy-a-stimulace-rustu-v-technologie-pestovani-cukrove-repy>.
- PULKRÁBEK, J. ET AL.: *Řepa cukrová pěstitelský rádce*. České Budějovice: Kurent (pro Českou zemědělskou univerzitu Praha), 2007, 64 s.
- BITTNER, V.; BĚHAL R.: Poruchy ve výživě cukrovky. In *Škodlivé organismy cukrovky*. Slavkov: MariboHilleshög ApS, organizační složka v ČR, 2018, s. 10–12.