

Vliv organického a minerálního hnojení na výnos cukrovky a její kvalitativní charakteristiky v podmínkách sucha

EFFECT OF ORGANIC AND MINERAL FERTILIZATION ON SUGAR BEET ROOT YIELD AND ITS QUALITATIVE CHARACTERISTICS UNDER DROUGHT

Martin Káš, Gabriela Mühlbachová, Helena Kusá
Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i., Praha – Ruzyně

Cukrová řepa patří k plodinám, které velmi dobře reagují na organické hnojení. Prokázat vliv různých způsobů hnojení na dosahované výnosy a kvalitu produkce je možné pomocí dlouhodobých polních pokusů. Z těchto důvodů byly v letech 1984–1985 založeny dlouhodobé mezinárodní pokusy s minerálním a organickým hnojením IOSDV (1). Podmínky stanoviště a organické hnojení mají většinou významný vliv na výnos cukrové řepy.

Podmínky stanoviště ovlivňují dynamiku dlouhodobého působení organických hnojiv na výnos bulev, jak potvrzují výsledky z dlouhodobých pokusů v Oldenburgu a Bad Lauchstadtu (Německo), kde byly zaznamenány jen minimální rozdíly ve výnosu po prvních deseti letech (2). Na polním pokusu v Bonnu byl u cukrovky hnojené hnojem zjištěn po 42 letech kumulativní nárůst výnosu o 8 % (3). Rozdíl se v dlouhodobém pokusu začaly projevovat až po třetí rotaci plodin, kdy došlo k poklesu výnosů na variantách bez organického hnojení. Zapravení slámy vedlo k imobilizaci dusíku a současně tak, na rozdíl od aplikace hnoje, zvýšilo obsah sacharosu v bulvách (4). Vhodnost organického hnojiva pro danou lokalitu je podmíněna především jejími půdními a klimatickými podmínkami. Výnos bílého cukru je ovlivněn také schopností cukrové řepy využívat v průběhu vegetační sezony vodu z půdy, kde byl navíc zjištěn pozitivní vliv hnojení draslíkem (5).

Výnos cukrovky je ovlivněn obsahem živin v půdě, z nichž nejpodstatnější roli hraje dusík (6). Metabolismus dusíku v cukrové řepě je však zároveň jistým protipólem metabolismu glycidového a konkurentem při tvorbě zásobní sacharosu. Proto je nutné dávkování dusíku u řepy optimalizovat: dodat přiměřené množství dusíku pro podporu počátečního růstu a vytvoření potřebné listové plochy, ve druhé fázi vegetace však tvorba listů nemá být na úkor ukládání sacharosu. Nadměrná výživa dusíkem se projevuje i zvýšeným obsahem dusíkatých látek v bulvách, zejména aminokyselin (8). Na dlouhodobých pokusech IOSDV byly na různých stanovištích zjištěny optimální výnosy při dávkách dusíku od 100 kg·ha⁻¹ N do 140 kg·ha⁻¹ N (2, 9, 10).

Cílem této práce je analyzovat vliv organického a minerálního hnojení na výnos a kvalitativní charakteristiky cukrové řepy v podmínkách sucha na dlouhodobém pokusu IOSDV v Ivanovicích na Hané.

Materiál a metody

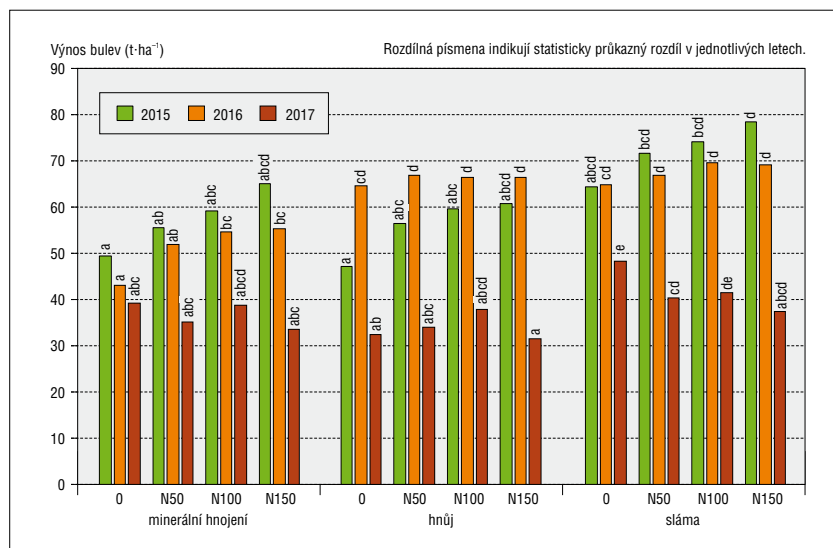
Polní pokus: V roce 1984 byl v Ivanovicích na Hané (řepářská výrobní oblast, region T2, 225 m nad mořem, průměrná roční teplota 9,4 °C, úhrn srážek 558 mm; půda hlinitá, degradovaná černozem na spraši) založen dlouhodobý pokus IOSDV zaměřený na výživu a hnojení polních plodin.

Řepa byla pěstována v rámci tříhonného osevního postupu: cukrová řepa – ozimá pšenice – ozimý ječmen. V pokusu byly zařazeny tři systémy hnojení:

- bez organického hnojení,
- 30 t·ha⁻¹ chlévského hnoje 1× za 3 roky (na podzim k cukrovce),
- sláma obilnin (5 t·ha⁻¹) + 50 kg·ha⁻¹ N (na rozklad slámy) + meziplodina (po ječmeni).

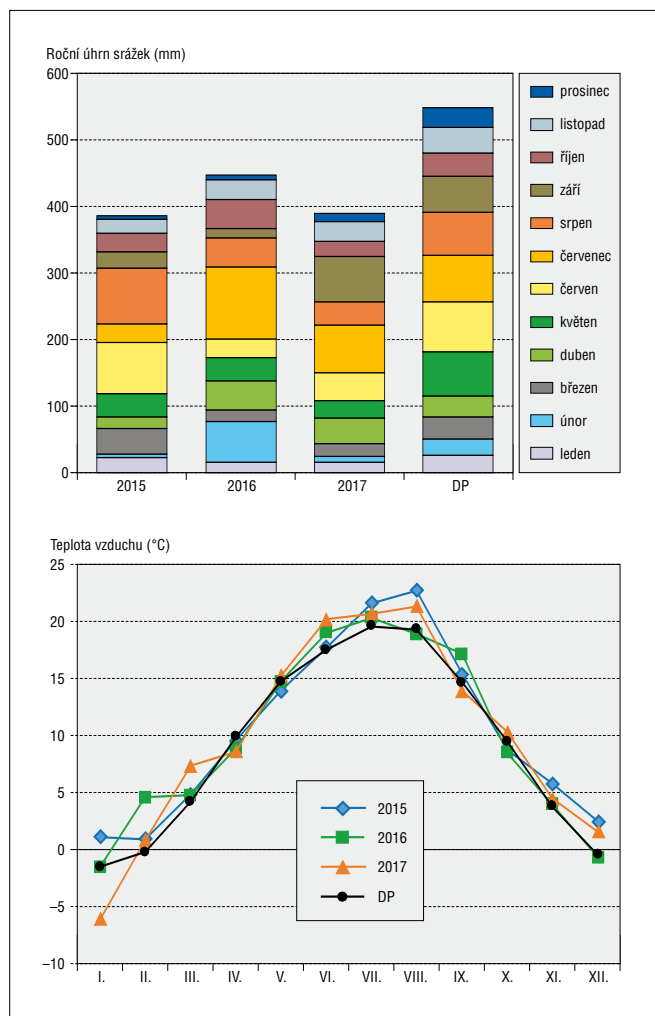


Obr. 1. Výnos bulev cukrové řepy v letech 2015 až 2017



V rámci každého systému organického hnojení byly zařazeny varianty se stupňovaným hnojením minerálním dusíkem aplikovaným ve dvou dávkách – před setím a v polovině června, které u cukrové řepy představují 0, 50, 100 a 150 kg·ha⁻¹ N.

Obr. 2. Roční úhrn srážek (a) a teplot (b) v Ivanovicích na Hané



Před setím byla aplikována jednotná dávka P (35 kg·ha⁻¹) a K (83 kg·ha⁻¹). Všechny varianty byly realizovány ve třech opakováních, rozměr hnojené parcely byl 8 × 5 m. Půda byla zpracovávána tradičním způsobem s orbou. Porosty byly ošetřovány proti chorobám a škůdcům pesticidy.

Odběr vzorků a analýzy: Pro účely tohoto článku byla použita data z let 2015–2017, kdy byla pěstována odrůda KWS Natura. Sledován byl výnos bulev cukrovky, jejich cukernatost, obsah draslíku, sodíku a α -aminodusíku.

Statistické analýzy: Pro statistické hodnocení byl použit software Statistica 13, jednofaktorová ANOVA a Tukeyho test, kde rozdílná písmena znamenají statisticky průkazné rozdíly. Mezi sklizňovými charakteristikami, teplotami a srážkami byly zjištěny korelační koeficienty (r) založené na Spearmanově rovnici.

Výsledky a diskuze

Výnos bulev

Na výnos cukrovky v Ivanovicích měl ve sledovaných letech vliv jak systém hnojení ($r = 0,373$; $p < 0,001$), tak ročník, zvláště úhrn srážek jak celoroční ($r = 0,746$; $p < 0,001$), tak pouze ve vegetační době ($r = 0,591$; $p < 0,001$). Nejvyšší průměrný výnos byl dosažen v roce 2015, nejnižší v roce 2017 (obr. 1.). Nejvyšší průměrné výnosy ve všech sledovaných letech byly dosaženy v systému se zapravením slámy po obilnách a s meziplodinou (41,8–72,7 t·ha⁻¹), následovaly varianty s hnojem (34,0–66,1 t·ha⁻¹) a samotným minerálním hnojením (36,6–57,2 t·ha⁻¹) (obr. 1.). U variant bez minerálního hnojení dusíkem byly v systému s hnojem dosaženy nižší výnosy než u nehnojené kontroly (o 2,3 t·ha⁻¹ v roce 2015 a o 6,8 t·ha⁻¹ v roce 2017) s výjimkou roku 2016, kdy byl po aplikaci hnoje zjištěn nárůst výnosu řepy o 22 t·ha⁻¹. V porovnání s námi dosaženými výsledky dosáhli TARKALSON ET AL. (9) v tříletém polním pokusu (2014–2016) po hnojení hnojem o 12–34 % vyšší výnos cukrové řepy v porovnání s aplikací minerálních hnojiv, ale výnos cukru byl průkazně vyšší pouze v roce 2016. Vliv aplikace hnoje na výnos cukrovky byl navíc pozorovatelný i v následujícím období, kdy hnůj již nebyl aplikován.

Stupňované dávky minerálního N zvyšovaly výnosy bulev ve všech systémech hnojení v roce 2015 a v roce 2016 (obr. 1.). Nejvíce se tento vliv projevil u samotného minerálního hnojení (až o 15,5 t·ha⁻¹), nejméně u variant s hnojem (13,5 t·ha⁻¹ v 2015, pouze 1,8 t·ha⁻¹ v 2016). V sušším roce 2017 byly dosaženy celkově nejnižší výnosy ze sledovaného období a aplikace minerálního N naopak působila negativně s výjimkou systému s hnojem do dávky 100 kg·ha⁻¹ N. Při aplikaci 150 kg·ha⁻¹ N byl zaznamenán nejnižší výnos (31,5 t·ha⁻¹) ze sledovaného období. Vzhledem k dosaženým výsledkům je zřejmé, že hnojení slámou v kombinaci s meziplodinou může nahradit aplikaci hnoje.

Ani v jednom ze sledovaných ročníků 2015–2017 nebylo dosaženo dlouhodobého průměrného ročního úhrnu srážek (DP) (558 mm) pro toto stanoviště (obr. 2.), což se projevilo na dosažených výnosech. Nejvyšší roční úhrn srážek byl zaznamenán v roce 2015 (484 mm), nejnižší v roce 2017 (352 mm), čemuž

odpovídaly i dosažené výnosy. V roce 2017 se již projevil dlouhodobý deficit vláhy, nejvíce u variant s vysokými dávkami minerálního dusíku, kde k vyčerpání vody z půdní zásoby přispěly i vyšší výnosy plodin v předcházejících letech. Na významný vliv vláhy při pěstování cukrovky poukazují výsledky z pokusů IOSDV umístěné v teplejších oblastech (5, 6).

Cukernatost

Ročník ovlivnil také cukernatost bulvů ($r = 0,201$, $r < 0,05$), která ve sledovaném období dosahovala 17,9–20,2 % (obr. 3.). Byla zjištěna korelace s teplotou ($r = -0,567$; $p < 0,001$) a srážkami ($r = -0,351$; $p < 0,001$) v průběhu vegetačního období. Nižší výnosy v letech 2016 a 2017 vedly k nárůstu cukernatosti oproti roku 2015 v průměru o 14,3 % (2016) a jen o 1,8 % (2017). Vliv systému hnojení na cukernatost nebyl významný (v systému s hnojem byly zjištěny jak nejnižší, tak nejvyšší zaznamenané hodnoty), pouze v roce 2015 byl zaznamenán trend vyšší cukernatosti u variant s nižšími dávkami dusíku ($50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$). Významný vliv ročníku na cukernatost řepy potvrzují také TARKALSON ET AL. (9). Dle ČERNÉHO ET AL. (11) je významným faktorem ročník i odrůda. Kromě toho MICHALSKA-KLIMSZAK ET AL. (12) poukázali i na vliv moření osiva, které vyústilo ve vyšší cukernatost a výnos bílého cukru i nižší obsah α -aminodusíku v kořenech. Cukernatost je ovlivňována i množstvím aplikovaného dusíku. Příliš vysoké dávky zhoršují výtěžnost bílého cukru a následnou výrobnost

cukru. Získaná data potvrdila nárůst cukernatosti do dávky $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ (obr. 3.), LAUER (14) publikoval pozitivní vliv až $168 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$.

Obsah draslíku, sodíku a α -aminodusíku

Pro výrobu cukru je nežádoucí zvýšená koncentrace K, Na a α -aminoN v bulvách, jež negativně ovlivňuje jejich cukernatost. Ve zvoleném období byla zjištěna negativní korelace obsahu K, Na a α -aminoN v bulvách s cukernatostí pouze v roce 2015 (K: $r = -0,519$, $p < 0,01$; Na: $r = -0,651$, $p < 0,001$; α -aminoN: $r = -0,340$, $p < 0,05$). Průměrné obsahy K a Na v bulvách v jednotlivých systémech hnojení stoupaly v pořadí: minerální hnojení < sláma < hnůj (tab. I.). V letech 2016 a 2017 byl zjištěn průkazný vliv stupňované dávky minerálního dusíku na obsah sodíku v bulvách, u draslíku potvrzen nebyl. Na obsah α -aminoN měl statisticky průkazný vliv jak systém hnojení, tak dávka minerálního dusíku (tab. I.). V průměru let 2015–2017 stoupal obsah α -aminoN v systémech hnojení v pořadí: minerální hnojení < hnůj < sláma a v rámci každého z nich pak i s dávkou minerálního dusíku, což potvrzuje i CHOCHOLA (8). Výsledky jsou v rozporu s výsledky PAČUTY ET AL. (15), který po hnojení minerálními hnojivy ($300 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ DASA}$) zjistil vyšší obsahy K, Na i α -aminoN než po aplikaci hnoje. Vyšší obsah α -aminoN po hnojení slámou může částečně souviset i s faktem, že ke slámě se přidává vždy $50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ na její rozklad. V podmínkách

Tab. 1. Obsah K, Na a alfa-aminoN v bulvách cukrové řepy

Varianta	K (mmol·100 g ⁻¹ čerstvé hmoty)			Na (mmol·100 g ⁻¹ čerstvé hmoty)			α-aminoN (mmol·100 g ⁻¹ čerstvé hmoty)		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
0	3,70 a	4,00 a	3,31 a	0,31 a	0,33 a	0,32 a	0,87 a	1,26 a	1,12 a
N50	3,73 a	4,05 a	3,52 a	0,33 a	0,36 ab	0,31 a	0,99 ab	1,65 ab	1,16 a
N100	3,82 a	4,17 a	3,31 a	0,41 ab	0,38 abc	0,37 abc	1,47 abcd	1,66 ab	1,18 ab
N150	3,71 a	4,12 a	3,50 a	0,43 ab	0,43 abcd	0,38 abc	1,50 abcd	2,09 abc	1,41 abc
prům. MH	3,74	4,08	3,41	0,37	0,37	0,35	1,21	1,66	1,22
hnůj	4,16 a	4,00 a	3,74 a	0,46 ab	0,45 abcde	0,35 ab	1,18 abcd	1,65 ab	1,21 abc
hnůj N50	4,80 a	4,51 a	3,75 a	0,52 b	0,56 de	0,37 abc	1,84 cde	2,34 bc	1,36 abc
hnůj N100	4,39 a	4,48 a	3,79 a	0,46 ab	0,63 e	0,43 bc	1,69 bcde	2,63 c	1,51 bcd
hnůj N150	4,59 a	4,25 a	3,67 a	0,55 b	0,57 de	0,46 c	1,91 de	2,53 bc	1,76 de
prům. hnůj	4,49	4,31	3,74	0,50	0,55	0,40	1,65	2,29	1,46
sláma	3,85 a	4,28 a	3,60 a	0,32 a	0,47 abcde	0,32 a	1,12 abc	2,19 bc	1,22 abc
sláma N50	4,13 a	4,50 a	3,73 a	0,39 ab	0,48 abcde	0,34 ab	1,35 abcd	2,14 abc	1,25 abc
sláma N100	4,07 a	4,57 a	3,65 a	0,40 ab	0,51 bcde	0,38 abc	1,72 cde	2,42 bc	1,54 cd
sláma N150	4,55 a	4,48 a	3,55 a	0,46 ab	0,55 cde	0,37 abc	2,31 e	2,82 c	2,00 e
prům. sláma	4,15	4,46	3,63	0,39	0,50	0,35	1,62	2,39	1,50

Pozn.: rozdílná písmena v tabulce indikují statisticky průkazný rozdíl v jednotlivých letech, MH – minerální hnojení.

sucha může část minerálního dusíku v půdě přetrvávat i během následující vegetační sezony.

Závěr

Výnos bulev cukrovky byl v letech 2015–2017 průkazně ovlivněn jak ročníkem, tak hnojením. Ze sledovaných systémů hnojení byly nejvyšší výnosy dosaženy při kombinaci minerálních hnojiv, slámy a meziplodiny, což dokládá, že tento způsob může

nahradiť aplikaci hnoje. Vliv stoupajících dávek minerálního dusíku se pozitivně projevil v relativně vlhčích letech. V extrémně suchém roce 2017 měla aplikace 150 kg·ha⁻¹ N již negativní dopad na dosažený výnos.

Kombinovaná aplikace hnoje a minerálního hnojení dusíkem zvýšila výnos bulev v letech 2015 a 2016, ve kterých byly zaznamenány vyšší srážky v porovnání s rokem 2017. Výnos bulev cukrovky v roce 2017 byl negativně ovlivněn dlouhodobým suchem, kde především při vyšších úrovních minerálního hnojení dusíkem byly zjištěny nejnižší výnosy.

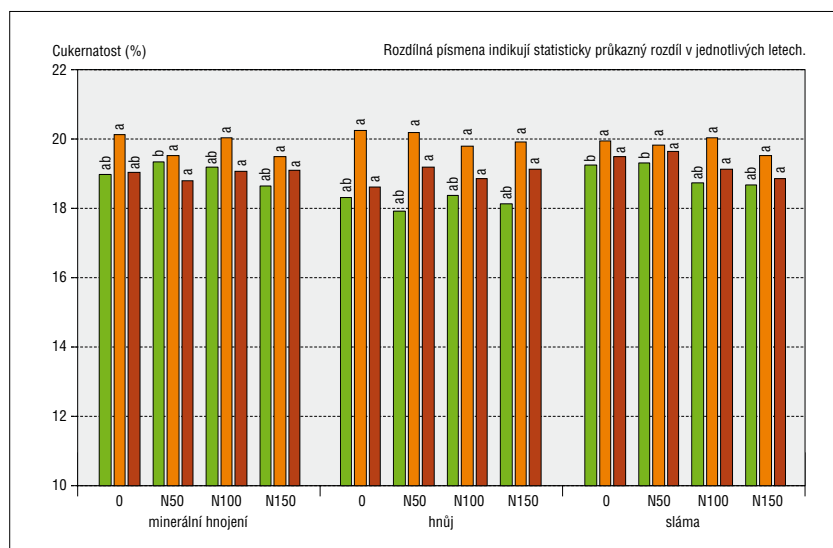
Cukernatost nebyla použitým hnojením významně ovlivněna, ale byl zjištěn průkazný vliv ročníku. Průkazný vliv systému hnojení a dávky minerálního dusíku na obsah K, Na a α-aminoN v bulvách byl zjištěn pouze v roce 2015. Průměrné hodnoty K, Na a α-aminoN v bulvách při samotném minerálním hnojení byly nižší než v kombinovaných systémech hnojení. Koncentrace Na a α-aminoN v bulvách stoupaly s dávkou minerálního dusíku ve všech systémech hnojení.

Príspevek byl vytvořen s podporou MZE ČR v rámci projektu MZE RO0418.

Souhrn

V dlouhodobém polním pokusu s organickým a minerálním hnojením v Ivanovicích na Hané byl v letech 2015–2017 sledován vliv různých systémů hnojení a ročníku na výnos a kvalitu

Obr. 3. Cukernatost v letech 2015 až 2017



bulev cukrovky. Výnos bulev byl oběma faktory průkazně ovlivněn. Vyšší výnosy byly zjištěny v letech 2015 a 2016, nejnižší v roce 2017 s nejmenším úhnnem srážek (průměrný pokles o 20–53 % ve srovnání s rokem 2015; 8,5–53 % oproti 2016). Nejvyšší průměrné výnosy ve všech sledovaných letech byly dosaženy v systému se zapravením slámy po obilninách a s meziplodinou (41,8 – 72,7 t·ha⁻¹), následovaly varianty s hnojem (34,0–66,1 t·ha⁻¹) a samotným minerálním hnojením (36,6–57,2 t·ha⁻¹). Vliv stoupajících dávek minerálního dusíku se pozitivně projevil v relativně vlhčích letech, v extrémně suchém roce 2017 měla aplikace 150 kg·ha⁻¹ N již negativní dopad na výnos řepy. Cukernatost (17,9–20,2 %) byla průkazně ovlivněna pouze ročníkem, způsobem hnojení ne. Koncentrace K, Na a α -aminodusíku v bulvách byla nižší při samotném minerálním hnojení než v kombinovaných systémech, stupňované dávky minerálního N zvyšovaly koncentrace K, Na a α -aminodusíku v rámci daného systému hnojení.

Klíčová slova: cukrovka, hnojení, výnos bulev, cukernatost.

Literatura

1. KÖRSCHENS, M. et al.: Effect of mineral and organic fertilization on crop yield, nitrogen uptake, carbon and nitrogen balances, as well as soil organic carbon content and dynamics: results from 20 European long-term field experiments of the twenty-first century. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 59, 2012, s. 1017–1045.
2. KLASINK, A.; STEFFENS, G.: Der internationale organische Stickstoffdauerdüngungsversuch (IOSDV) oldenburg nach neun versuchsjahren. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 39, 1995 (8), s. 449–460.
3. SCHELLBERG, J.; HÜGING, H.: Die Entwicklung der Erträge von Getreide, Hackfrüchten und Klee im Dauerdüngungsversuch Dikopshof von 1906 bis 1996. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 42, 1997, s. 303–331.
4. PFEFFERKORN, A.; KÖRSCHENS, M.: Untersuchungen zur Pflanzenqualität im internationalen organischen Stickstoffdauerdüngungsversuch (IOSDV) Bad Lauchstädt. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 41, 1997 (2), s. 93–112.
5. JAKLI, B. et al.: Leaf, canopy and agronomic water-use efficiency of field-grown sugar beet in response to potassium fertilization. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 1997, 204, s. 99–110.
6. BUERCKY, K. ET AL.: Nutrient uptake of sugar beet. Part II: Development of nutrient export from field. *Zuckerind.*, 143, 2018, s. 534–540.
7. CHOCHOLA, J.: Vliv půdní zásoby dusíku na potřebu hnojení cukrové řepy. *Listy cukrov. řepář.*, 128, 2012, s. 90–95.
8. BISCHOFF, R.: Der Internationale Organische Stickstoffdauerdüngungsversuch (IOSDV) Speyer. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 39, 1995, s. 461–471.
9. TARKALSON, D. D.; KING, B. A.; BJORNEBERG, D. L.: Yield production functions of irrigated sugarbeet in an arid climate. *Agricultural Water Management*, 200, 2018, s. 1–9.
10. TARKALSON, D. D.; BJORNEBERG, D. L.; LENTZ, R. D.: Effects of Manure History and Nitrogen Fertilizer Rate on Sugar Beet Production in the Northwest US. *Crop Forage and Turfgrass Management*, 4, 2018 (1), DOI: 10.2134/cftm2017.11.0083.
11. ČERNÝ, I.; ERNST, D.; MAREK, J.: Produkčné parametre repy cukrovej v závislosti od odrody a podmienok ročníka. In GÁLIK, B.; ZELINKOVÁ, G.: *Recenzovaný zborník vedeckých prác Slovenskej spoločnosti pre poľnohospodárske, lesnícke, potravinárske a veterinárske vedy pri SAV, pobočka Nitra*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2018, s. 28–35, ISBN 978-80-552-1921-9.

12. MICHALSKA-KLIMCZAK B., et al.: Impact of sugar beet seed priming on molasses components, sugar content and technological white sugar yield. *Plant, Soil and Environment*, 2019, 65, s. 41–45.
13. LAUER, J. G.: Plant Density and Nitrogen Rate Effects on Sugar Beet Yield and Quality Early in Harvest. *Agronomy Journal*, 87, 1995 (3), s. 586–591.
14. PAČUTA, V. ET AL.: Vplyv organického hnojenia, minerálneho hnojenia a saturačných kalov na obsah melasotvorných látok, výťažnosť a úrodu bieleho cukru repy cukrovej. *Listy cukrov. řepář.*, 134, 2018, s. 62–66.

Káš M., Mühlbachová G., Kusá H.: Effect of Organic and Mineral Fertilization on Sugar Beet Root Yield and Its Qualitative Characteristics under Drought

The effect of different fertilization systems and year on the yield and quality of sugar beet tubers was evaluated in the period 2015–2017 in a long-term field experiment with mineral and organic fertilization. The tuber yield was affected by both factors. Higher yields were obtained in 2015 and 2016. The lowest yields were observed in 2017 with the lowest precipitations (average yield decrease was 20–53% compared to 2015; 8.5–53% compared to 2016). The highest yields were obtained in treatments with cereal straw and intercrop

(41.8–72.7 t ha⁻¹), followed by treatments with farmyard manure (34.0–66.1 t ha⁻¹) and mineral fertilization (36.6–57.2 t ha⁻¹). The dry year 2017 led to a yield decrease in highly fertilized treatments. The effect of increasing doses of mineral nitrogen positively affected sugar beet tubers yields in moister years. The 150 kg ha⁻¹ N application negatively affected sugar beet yields in the extremely dry year 2017. The sugar content (17.9–20.2%) was significantly affected by year, not by fertilization. Concentration of K, Na and α -amine nitrogen in tubers was lower under mineral fertilization than in the combined systems, increasing doses of mineral N increased K, Na and α -amine nitrogen concentrations in tubers within the given fertilization system.

Key words: sugar beet, fertilization, root yield, sugar content.

Kontaktní adresa – Contact address:

Ing. Gabriela Mühlbachová, Ph.D., Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i., Drnovská 507/73, 161 06 Praha 6 – Ruzyně, Česká republika, e-mail: muhlbachova@vurv.cz

Úloha cukru ve včelařství

ROLE OF SUGAR IN BEEKEEPING

Petra Šeráková, Miroslav Svatoš – Provozně ekonomická fakulta, Česká zemědělská univerzita v Praze

Včelařství představuje významné odvětví zemědělství, které prostřednictvím opylení entomofilních plodin podmiňuje podstatnou část rostlinné produkce. Rostoucí závislost zemědělské produkce na včelách byla sledována v souvislosti s úbytky počtů včelstev v řadě studií (1–4). Pokles produktivity včel může ovlivnit celkové počty včelstev, a tím i profitabilitu včelařských provozů (5–8). Třebaže jsou mezi sladidly cukr a med vzájemnými substituty, plní cukr ve včelařství, především ve výživě včel, stěžejní úlohu. Ve včelařských provozech představuje podstatnou nákladovou položku a z hlediska autenticity medu je prostředkem jeho ekonomicky motivovaného i neúmyslného falšování.



Cukr ve výživě včel

Za účelem překonání nepříznivých vnějších podmínek (především klimatických – špatné počasí, zima) si včelstvo v plástech shromažďuje zásoby potravy ve formě medu a pylu (9). Objem ročních medných výnosů závisí na dostupnosti včelí pastvy (pyl, nektar, medovice), klimatu a ročním průběhu počasí, včelařském provozu (mikroklima včelnice, teplota úlů), včelí matce, zdravotním stavu včelstev, včelaři, výměně zkušeností a metodě včelaření (10–11). Zásoby medu včelař ze včelstva odebírá a nahrazuje je řepným či třtinovým cukrem, které však nejsou rovnocennou náhražkou medu a jejich zpracování klade na včely vyšší biologické i mechanické nároky. V cukru na rozdíl od medu chybí řada biologicky aktivních a včelám prospěšných látek (9). V místních podmínkách se pro krmení včel doporučuje bílý cukr. Nerafinovaný (přírodní, hnědý) cukr, meziproducty z výroby cukru (afináty, kléry) ani řepná melasa nejsou pro včely vhodné, jelikož jim zbytky rostlinných látek pocházející z cukrovky nebo třtiny způsobují zažívací problémy (12–13). V ekologickém zemědělství je dodatečná umělá výživa včelstev (tj. med, cukrový sirup nebo cukr z ekologické produkce) povolena v případech, kdy je přežití včel ohroženo klimatickými podmínkami (14). S ohledem na složení je cukr určený pro krmení včel téměř čistá sacharosa, již musí včely nejprve enzymaticky (pomocí invertasy) štěpit na směs glukosy a fruktosy – tj. invertní