

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<sup>-1</sup>), followed by treatments with farmyard manure (34.0–66.1 t ha<sup>-1</sup>) and mineral fertilization (36.6–57.2 t ha<sup>-1</sup>). 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<sup>-1</sup> 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  $\alpha$ -amine nitrogen in tubers was lower under mineral fertilization than in the combined systems, increasing doses of mineral N increased K, Na and  $\alpha$ -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

cukr (9, 15–16). Kromě sacharosy mohou enzymy včely medonosné štěpit i melecitosu medovice a další druhy sacharidů – maltosu, rafinosu a trehalosu (16). Některé studie (17–18) však upozorňují na invertní cukr vzniklý kyselou hydrolyzou, jenž může být z důvodu obsahu hydroxymethylfurfuralu (19–20) pro včely nebezpečný. Nevýhodu cukerných roztoků představuje tendence sacharosy krystalizovat a kvasit, což omezuje jejich bezpečné skladování po delší dobu i následné využití včelami (21). Včelstvo je nutné posuzovat jako biologickou jednotku sestávající z matky, dělnic, trubců a včelího plodu s rozdílnými nutričními potřebami. Nároky na výživu se liší u mladších a starších včel (16, 22) a umělé příkrmování včel ovlivňuje dynamiku včelstva jako organismu (23). Z hlediska potravy včel byl zkoumán vliv krmného cukru na chov matek (24), skladbu mateří kašičky (25–28), produkci včelího vosku (29), produkci pylu (30–31), genovou expresi (32) i výskyt patogenů u včel (33–34). Nedostatečná výživa je významnou příčinou úhynu včel v zimním období (35–36). Včely mohou lépe přežít chladné podmínky, je-li jim poskytnut adekvátní zdroj energie. ABOU-SHAARA (37) prokázal zlepšení snášenlivosti nízkých teplot včelami krmenými roztokem cukru i pastovaným medem. Kromě hladovění patří k rizikům spojeným s příjmem živin i výsadba monokultur, transgenní produkty a pesticidy (10). U monokultur výsadby upozorňuje WINFREE (2) na tzv. cyklus rozmachu a útlumu (boom-and-boost cycle), kdy v průběhu několika týdnů převyšuje množství neopylených květů počty včel, zatímco po zbytek sezóny pak převyšují hladovějící včely dostupné květy.

### Cukr v ekonomice včelařských provozů

Z ekonomického hlediska jsou náklady včelařského provozu na cukr určený pro zakrmení včelstev druhé nejvyšší (po pracovních nákladech). Materiálové náklady na zakrmení včelstev dosahují podle velikosti provozu cca 15–20 % (9, 38–39) z celkových nákladů. Množství krmné látky potřebné pro zásobení jednoho včelstva před zimou se liší s ohledem na klimatické podmínky a zdravotní stav včelstva. Roční spotřeba medu na jedno včelstvo v České republice je odhadována na 60–120 kg (9). Dostatečný objem cukerných zásob nahrazujících med před zimním obdobím se v závislosti na geografických a podnebných podmínkách pohybuje v intervalu 15–22 kg na včelstvo (16, 40). Pro doplnění zimních zásob se doporučuje použít cukerný roztok v poměru 3 díly cukru a 2 díly vody nebo 5 dílů cukru a 3 díly vody (9), neboť hustší roztoky včely zpracovávají obtížněji (16) a roztoky koncentrované méně než 1 : 1 bývají náchylnější ke kvašení a nemusí být pro včely dostatečně atraktivní (9, 13). Kromě cukru rozpuštěného ve vodě existuje řada dalších krmiv (6, 12, 41–43) a výživových doplňků (44).

### Cukr jako prostředek falšování medu

Med je potravinou vysoké kvality i ceny, což z něj činí atraktivní cíl ekonomicky motivované adulterace (45–47), jíž se rozumí šízení produktů za účelem zisku či konkurenční výhody. Mezi specifické způsoby falšování medu patří využití cukrů z rostlin, které nebývají včelami navštěvovány, tzv. C4 cukry z třtinového cukru nebo glukosového sirupu z obilovin (48–50). Alternativní metoda je založena na rozkladu vyšších cukrů, jež pocházejí z kvetoucích rostlin – např. štěpení sacharosy

z cukrové řepy enzymy, které jsou vlastní rostlinám, nikoliv včelám (48). Kromě případů záměrného ekonomicky motivovaného falšování se však cukr do medu může také dostat prostřednictvím nadměrného krmení včel ve včelařském provozu (50–51). Za účelem eliminace těchto jevů je nutné, aby chovatelé včel znali, respektovali a především se řídili dobrou včelařskou praxí.

### Závěr

Jedním z klíčových předpokladů pro přezimování včel je dostatek energetických zásob ve včelstvu. Ačkoliv lze nahradit odebraný med rozličnými krmivy a výživovými doplňky, lze na základě zpracovaného literárního přehledu usuzovat, že právě cukerné roztoky a další krmiva na bázi cukru jsou ve včelařství nejdostupnějším a také patrně nejrozšířenějším způsobem zakrmení včelstev. To potvrzuje stěžejní význam cukru pro chov včel.

*Článek je zpracován s podporou projektu financovaného IGA PEF ČZU v Praze. Projekt č. 20181018.*

### Souhrn

Cílem příspěvku je poukázat na důležitost cukru pro odvětví včelařství, zejména z hlediska výživy včel. Nutriční potřeby včelstva se liší v závislosti na řadě faktorů (např. stáří včel, jejich zdravotní stav, dostupnost včelí pastvy). Výsledky některých výzkumů současně upozorňují nejen na nevhodnost krmení nerafinovaným cukrem nebo meziproducty pocházejícími z výroby cukru, ale také na rizikovitost a škodlivost hydroxymethylfurfuralu pro včely. Účinky krmného cukru jsou ve vědeckých studiích analyzovány ve vztahu k včelím produktům, výskytu patogenů, rozvoje včelstva atp. Roční náklady na zakrmení cukrem činí dle velikosti včelařského provozu cca 15–20 % z celkových nákladů, přičemž jedno včelstvo potřebuje před zimním obdobím zhruba 15 až 22 kg zásob s ohledem na geografické a klimatické podmínky daného regionu. Ve vztahu k problematice falšování medu je kladen důraz především na dobrou včelařskou praxi, jež má zamezit neúmyslnému smíchání cukru s medem v důsledku přemíry zásob krmiva ve včelstvu.

**Klíčová slova:** cukr, včela medonosná, včelařství, výživa včel, včelstvo, med.

### Literatura

- GALLAI, N. ET AL.: Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecol. Econ.*, 68, 2009 (3), s. 810–821.
- WINFREE, R.: Pollinator-Dependent Crops: An Increasingly Risky Business. *Current Biology*, 18, 2008 (20), s. R968–969.
- KLEIN, A.-M. ET AL.: Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc. R. Soc. B.*, 274, 2007 (1608), s. 303–313.
- ALLEN-WARDELL, G. ET AL.: The Potential Consequences of Pollinator Declines on the Conservation of Biodiversity and Stability of Food Crop Yields. *Conserv. Biol.*, 12, 1998 (1), s. 8–17.
- TAHA, E.-K. A.; AL-KAHTANI, S. N.: Relationship between Population Size and Productivity of Honey Bee Colonies. *J. of Entomology*, 10, 2013 (3), s. 163–169.
- VANENGLSDORP, D.; MEIXNER, M. D.: A historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them. *J. Invertebr. Pathol.*, 2010 (103), s. 80–95.
- SZABO, T. I.; LEFKOVITCH, L. P.: Effect of brood production and population size on honey production of honeybee colonies in Alberta, Canada. *Apidologie*, 20, 1989 (2), s. 157–163.



8. FARRAR, C. L.: The Influence of Colony Populations on Honey Production. *J. Agric. Res.*, 54, 1937 (12), s. 945–954.
9. VESELÝ, V. ET AL.: *Včelařství*. 2. vyd., Praha: Nakladatelství Brázda, 2007, 272 s., ISBN 80-209-0320-8.
10. BRODSCHNEIDER, R.; CRAILSHEIM, K.: Nutrition and health in honey bees. *Apidologie*, 41, 2010 (3), s. 278–294.
11. EIBLMEIER, G.: *Úspěšné včelárení při trvalej znáškovéj pobotovosti silných včelstiev, bez rojov*. 2. nezmenené slovenské vydanie, Nitra: Polymedia, 2016, 112 s., ISBN 978-80-970826-9-7.
12. TITĚRA, D. ET AL.: *Správná praxe a kvalita krmení včel pro úspěšné přezimování*. 1. vyd., Dol: Výzkumný ústav včelařský, 2018, 23 s., ISBN 978-80-87196-44-1.
13. SOMERVILLE, D.: Feeding sugar to honeybees. *Primefact*, 10, 2014 (1343), s. 1–7, [online] [https://www.dpi.nsw.gov.au/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0018/532260/Feeding-sugar-to-honey-bees.pdf](https://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0018/532260/Feeding-sugar-to-honey-bees.pdf), cit. 2. 9. 2018.
14. Úplné znění Nařízení Komise (ES) č. 889/2008, kterým se stanoví prováděcí pravidla k nařízení Rady (ES) č. 834/2007 o ekologické produkci a označování ekologických produktů, pokud jde o ekologickou produkci, označování a kontrolu.
15. CEKSTERYTE, V.; RACYS, J.: The Quality of Syrups Used for Bee Feeding before Winter and Their Suitability for Bee Wintering. *J. Apic. Sci.*, 50, 2006 (1), s. 5–14.
16. TOPORČÁK, J. A CHLEBO, R.: *Produkční a veterinární prax vo včelárstve*. 1. vyd., Bratislava: Anders consulting, 2018, 200 s., ISBN 978-80-972725-3-1.
17. JACHIMOWICZ, T.; EL SHERBINY, G.: Zur Problematik der Verwendung von Invertzucker für die Bienenfütterung. *Apidologie*, 6, 1975 (2), s. 121–143.
18. WILMART, O. ET AL.: Analyse du risque posé en santé animale par la présence de l'hydroxyméthylfurfural dans les sirops de nourrissage des abeilles domestiques. *Ann. Méd. Vét.*, 155, 2011 (2), s. 53–60.
19. KRAINER, S. ET AL.: Effect of hydroxymethylfurfural (HMF) on mortality of artificially reared honey bee larvae (*Apis mellifera carnica*). *Ecotoxicology*, 25, 2016 (2), s. 320–328.
20. SMODIŠ ŠKERL, M. I; GREGORC, A.: A preliminary laboratory study on the longevity of *A. m. carnica* honey bees after feeding with candies containing HMF. *J. Apic. Res.*, 53, 2014 (4), s. 422–423.
21. SAMMATARO, D.; WEISS, M.: Comparison of Productivity of Colonies of Honey Bees, *Apis mellifera*, Supplemented with Sucrose or High Fructose Corn Syrup. *J. Insect Sci.*, 13, 2012 (19), s. 1–13.
22. DEĞIRMENCI, L.; THAMM, M.; SCHEINER, R.: Responses to sugar and sugar receptor gene expression in different social roles of the honeybee (*Apis mellifera*). *J. Insect Physiol.*, 106, 2018 (1), s. 65–70.
23. PAIVA, J. P. L. M. ET AL.: On the Effects of Artificial Feeding on Bee Colony Dynamics: A Mathematical Model. *PLoS One*, 11, 2016 (11), s. 1–18.
24. HERNÁNDEZ-LÓPEZ, A. ET AL.: Alimentación energética con azúcar y melaza en la producción de abejas reina (*Apis mellifera* L.) por el método Doolittle. *Quebecer Científico en Chiapas*, 10, 2015 (1), s. 23–28.
25. BALKANSKA, R. ET AL.: Effect of supplementary honey and artificial sugar feeding of bees on the composition of royal jelly. *Agricultural Science and Technology*, 5, 2013 (3), s. 335–338.
26. DANIELE, G. ET AL.: Stable isotope ratio measurements of royal jelly samples for controlling production procedures: impact of sugar feeding. *Rapid Commun. Mass Spectrom.*, 25, 2011, s. 1929–1932.
27. KANELIS, D. ET AL.: Investigating the Effect of Supplementary Feeding on Carbohydrate Composition and Quantity of Royal Jelly. *Open Journal of Applied Sciences*, 8, 2018, s. 141–149.
28. SESTA, G. ET AL.: Effects of Artificial Sugar Feeding on Sugar Composition of Royal Jelly. *Apiacta*, 41, 2006 (1), s. 60–70.
29. Carrillo, M. P. et al.: Energetic feedings influence beeswax production by *Apis mellifera* L. honeybees. *Acta Sci. Anim. Sci.*, 37, 2015 (1), s. 73–76.
30. GEMEDA, T. K. ET AL.: Pollen trapping and sugar syrup feeding of honey bee (*Hymenoptera: Apidae*) enhance pollen collection of less preferred flowers. *PLoS ONE*, 13, 2018 (9), s. 1–14.
31. DE MATTOS, I. M.; DE SOUZA, J.; SOARES, A. E. E.: Analysis of the effects of colony population size and feeding supplementation on bee pollen production. *J. Apic. Res.*, 54, 2015 (5), s. 411–419.
32. WHEELER, M. M.; ROBINSON, G. E.: Diet-dependent gene expression in honey bees: honey vs. sucrose or high fructose corn syrup. *Scientific Reports*, 4, 2014 (5726), s. 1–5.
33. D'ALVISE, P. ET AL.: The impact of winter feed type on intestinal microbiota and parasites in honey bees. *Apidologie*, 49, 2018 (2), s. 252–264.
34. YODER, J. A. ET AL.: In vitro evaluation of sugar syrups, antibiotics, and miticides on growth of honey bee pathogen, *Ascosphaera apis*: Emphasis for chalkbrood prevention is on keeping bees healthy. *Apidologie*, 45, 2014 (5), s. 568–578.
35. BRODSCHNEIDER, R.; MOOSBECKHOFER, R.; CRAILSHEIM, K.: Surveys as a tool to record winter losses of honey bee colonies: a two year case study in Austria and South Tyrol. *J. Apic. Res.*, 49, 2010 (1), s. 23–30.
36. VAN ENGELSDORP, D. ET AL.: A Survey of Honey Bee Colony Losses in the U. S., Fall 2007 to Spring 2008. *PLoS One*, 3, 2008 (12), s. 1–6.
37. ABOU-SHAARA, H. F.: Effects of various sugar feeding choices on survival and tolerance of honey bee workers to low temperatures. *J. Entomol. Acarol. Res.*, 49, 2017 (6200), s. 6–12.
38. Kamler, F.: *Komerční včelárení v České republice*. 1. vyd., Praha: Český svaz včelařů, 2005, 63 s., ISBN 80-903309-1-6.
39. ŠANOVÁ, P.; BENDA, V.: *Selected aspects of the competitiveness of beekeeping in the Czech Republic*. 1. vyd., Praha: Powerprint, 2014, 86 s., ISBN 978-80-87994-24-5.
40. *Feeding Bees*. National Bee Unit – The Food and Environment Research Agency, Best Practice Guideline No. 7, 2011, [online] [http://www.odbka.org/PDFs/Feeding\\_Bees\\_No\\_7\\_June\\_2011.pdf](http://www.odbka.org/PDFs/Feeding_Bees_No_7_June_2011.pdf), cit. 2. 9. 2018.
41. SEMKIW, P.; SKUBIDA, P.: Suitability of starch syrups for winter feeding of honeybee colonies. *J. Apic. Sci.*, 60, 2016 (2), s. 141–152.
42. JOHNSON, B. R. ET AL.: Effects of high fructose corn syrup and probiotics on growth rates of newly founded honey bee colonies. *J. Apic. Res.*, 53, 2014 (1), s. 165–170.
43. BARKER, R. J.; LEHNER, Y.: Laboratory Comparison of High Fructose Corn Syrup, Grape Syrup, Honey and Sucrose Syrup as Maintenance Food for Caged Honey Bees. *Apidologie*, 9, 1978 (2), s. 111–116.

44. CHARISTOS, L.; PARASHOS, N.; HATJINA, F.: Long term effects of a food supplement HiveAlive™ on honey bee colony strength and *Nosema ceranae* spore counts. *J. Apic. Res.*, 54, 2015 (5), s. 420–426.
45. SOARES, S. ET AL.: A Comprehensive Review on the Main Honey Authentication Issues: Production and Origin, *Comprehensive Rev. in Food Sci. and Food Safety*, 16, 2017 (5), s. 1072–1100.
46. STRAYER, S. E.; EVERSTINE, K.; KENNEDY, S.: Economically Motivated Adulteration of Honey: Quality Control Vulnerabilities in the International Honey Market. *Food Prot. Trends*, 34, 2014 (1), s. 8–14.
47. FAIRCHILD, G. F.; NICHOLS, J. P.; CAPPS, O.: Observations on Economic Adulteration of High-Value Food Products: The Honey Case. *J. of Food Distribution Research*, 34, 2003 (2), s. 38–45.
48. *Falšování potravin – aktuální problém?* Prezentace Státní zemědělské a potravinářské inspekce v Poslanecké sněmovně Parlamentu ČR 16. 4. 2015, Státní zemědělská a potravinářská inspekce ČR, 2015, [online] <http://www.szpi.gov.cz/clanek/prezentace-szpi-v-poslanecke-snemovne-parlamentu-cr-falsovani-potravin-aktualni-problem.aspx>, cit. 17. 12. 2015.
49. BOGDANOV, S.; MARTIN, P.: Honey Authenticity. *Mitt. Lebensm. Hyg.*, 93, 2002 (3), s. 232–254.
50. GULER, A. ET AL.: Comparing Biochemical Properties of Pure and Adulterated Honeys Produced by Feeding Honeybees (*Apis mellifera* L.) Colonies with Different Levels of Industrial Commercial Sugars, *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 23, 2017 (2), s. 259–268.
51. CORDELLA, C. ET AL.: Detection and quantification of honey adulteration via direct incorporation of sugar syrups or bee-feeding: preliminary study using high-performance anion exchange chromatography with pulsed amperometric detection (HPAEC-PAD) and chemometrics. *Anal. Chim. Acta*, 531, 2005 (2), s. 239–248.

### Šeráková P., Svatoš M.: Role of Sugar in Beekeeping

The aim of this paper is to highlight the great importance of sugar to beekeeping, particularly to honey bee nutrition. The nutritional needs of a bee colony vary depending on numerous factors (e.g. bees' age, their health, availability of bee pasture). Some research results point out not only the unsuitability of feeding with unrefined sugar or sugar-derived by-products, but also the risk and harmful effects of hydroxymethylfurfural to honey bees. The impact of feeding sugar is analysed by some researchers in relation to bee products, pathogen incidence, bee colony development, and so on. According to the size of the beekeeping operation, the annual cost of sugar feeding is about 15–20 % of the total cost, while one bee colony needs about 15 to 22 kg of fodder reserves before wintering, taking into account geographical and climatic conditions of the area. With regard to the issue of honey adulteration, great emphasis is placed especially on good beekeeping practice to prevent unintentional mixing of sugar and honey as a result of excessive feeding.

**Key words:** sugar, honey bee, beekeeping, honey bee nutrition, bee colony, honey.

---

### Kontaktní adresa – Contact address:

Ing. Petra Šeráková, Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, Katedra ekonomiky, Kamýčká 129, 165 01 Praha 6, Česká republika, e-mail: [serakovap@pef.czu.cz](mailto:serakovap@pef.czu.cz)