

Využití melasových výpalků jako hnojiva pro obiloviny pěstované v ekologickém zemědělství

USE OF MOLASSES STILLAGE UTILIZATION AS FERTILIZER FOR ORGANICALLY GROWN CEREALS

Ladislav Kučera¹, Jiří Bradna², Jan Malaťák¹

¹Česká zemědělská univerzita v Praze, ²Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i.

Jedním ze základních principů ekologického zemědělství je respektování uzavřeného koloběhu živin a zajištění jejich minimálních ztrát (1, 2). Nejméně polovina vyprodukované biomasy by tak měla zůstat v agroekosystému ve formě po-sklizňových zbytků. Nejen sklizeň rostlinné produkce, ale také rozklad organické hmoty, mineralizace a humifikace organických látek či eroze však způsobují nevyrovnanou bilanci půdních živin (2), kterou je nutné kompenzovat. Proto je k podpoře výnosu nezbytné spoléhat se i na externí přísun živin (2), který by měl být omezen na zdroje z jiných ekologických farem, přírodní látky nebo látky z nich odvozené a minerální hnojiva s nízkou rozpustností (3). Možnost jak kompenzovat ztráty na organické hmotě a podpořit tak obsah půdních živin nabízí ekologické zemědělství i aplikace melasových výpalků vznikající jako odpad při výrobě ethanolu (4). I přes možná negativa spojená s jejich aplikací, jako je otázka salinity, velkého množství odbouratelných cukrů, zvýšené riziko kontaminace při nesprávné aplikaci či variabilní obsah živin výpalků, mnohé vědecké publikace zmiňují jejich pozitivní přínos (5, 6, 7). Melasové výpalky jsou výborným zdrojem fosforu, draslíku, dusíku, síry, vápníku, hořčíku a stopových prvků (5, 7); prokázaly stejnou účinnost jako NPK hnojivo v granulované formě (5). Podporují také obsah organické hmoty a mikrobiální aktivitu (5, 7), mají pozitivní vliv na agregaci půdních částic a nižší výskyt nematodů (7). Díky dlouholetému používání tohoto hnojiva bylo zaznamenáno v Austrálii a Brazílii zvýšení výnosu cukrové třtiny o 5–30 %. Na základě výše zmíněných faktů je cílem této studie zhodnotit využití živin aplikovaných v melasových výpalcích a jejich vliv na tvorbu nadzemní biomasy hodnocené dle výnosů a kvality zrna u vybraných obilovin pěstovaných v podmínkách České republiky v ekologickém zemědělství.

Materiál a metodika

Měření probíhala (295 m n. m., Praha – Uhřetěves) v oblasti řadící se do řeparského výrobního typu (řeparsko-pšeničného subtypu), která je charakterická hnědozemním půdním typem (produkční schopnost: 84 bodů) s vysokým obsahem dobře přístupných živin. Typické klimatické podmínky popisuje průměrná denní teplota (8,3 °C) a dále průměrný roční úhm srážek (575 mm, z toho v období duben–září 380 mm). Během vegetačního období (14,6 °C) byly zaznamenány nevyrovnané srážky. Období dubna, srpna a září byly srážkově podprůměrné.

Na pokusném pozemku byla pěstována předplodina *Trifolium pratense* po dobu 3 měsíců. Dále byla provedena předseťová příprava, vlastní setí pokusných plodin (ječmen *Hordeum*

vulgare conv. distichon – odrůdy Pribina, Sebastian, Norimberský a pšenice *Triticum aestivum* odrůda Leguán). Dále bylo využité plečkování („Martínkova“ plečka). Sklizeň proběhla postupně dle zralosti začátkem září. Složení výpalků bylo stanoveno v laboratoři VŠCHT. Polní pokus byl primárně zaměřen na komparativní zhodnocení hlavních výnosových prvků daných plodin dle pokusných bloků. Dle množství aplikovaných výpalků (o obsahu: sušina 10 %; celkový N 1,08 %; P 0,25 g.kg⁻¹, K 12,19 g.kg⁻¹, Ca 1,89 g.kg⁻¹, Mg 0,22 g.kg⁻¹, S 0,16 g.kg⁻¹) byl pozemek rozdělen do tří bloků – variant hnojení (A – 0 t.ha⁻¹, B – 3 t.ha⁻¹ a C – 6 t.ha⁻¹ lihovarských výpalků), které byly následně rozděleny na oddíly po 5 řádcích. Výpalky byly rovnoměrně rozlity po celé ploše do strniště pomocí konví.

Sklizené zrno jednotlivých obilovin bylo hodnoceno dle výnosu, hmotnosti tisíce zrn (HTS), přepadu nad sítem, zrnových příměsí, klíčivosti, vlhkosti, N-látek, objemové hmotnosti (kg.hl⁻¹), příměsí a nečistot, zrnových příměsí, zlomků, nečistot, porostlosti zrna, lepku, Zeleného sedimentačního testu a čísla poklesu.

Výsledky a diskuze

V rámci této studie byly testovány čtyři odrůdy obilovin, které vykazaly odlišnou reakci v závislosti na aplikaci stanovené dávky melasových výpalků (0–6 t.ha⁻¹). Zatímco hodnoty výnosu a hmotnosti tisíce semen (HTS) zaznamenaly pozitivní přínos aplikace výpalků, testy kvality odrůd pšenice a ječmene prokázaly pozitivní efekt pouze u některých z testovaných parametrů. Je nutné zmínit, že srovnání výsledků s ostatními studiemi sčezuje zejména fakt, že melasové výpalky se vyznačují značnou variabilitou v obsahu živin (7). Nicméně obsahové složení melasových výpalků používaných pro tuto studii koresponduje s hodnotami publikovanými v práci MAKAMA ET AL. (5).

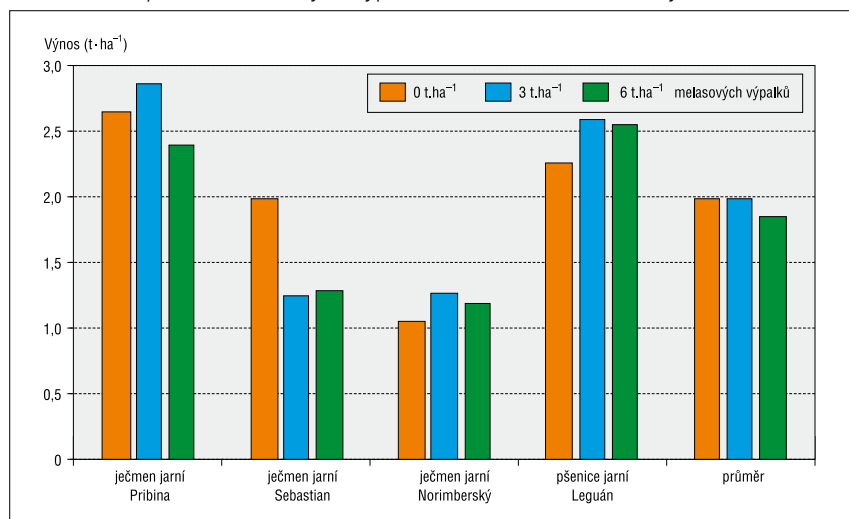
Výnos a HTS pokusných plodin:

Hodnoty výnosu (obr. 1.) ukazují, že u tří ze čtyř testovaných obilovin došlo při aplikaci 3 t.ha⁻¹ k nejvyšším výnosům. Jednalo se o ječmen jarní (Pribina a Norimberský) a pšenici jarní (Leguán), kdy se výnos pohyboval v rozmezí 1,20–2,88 t.ha⁻¹, což odpovídalo nárůstu o 12–24 % oproti kontrole 0 t.ha⁻¹. Nejvýraznější změny v nárůstu výnosu byly prokázány u pšenice jarní Leguán o 24 % a ječmene jarního Norimberského o 18 %. Hodnocení parametru HTS (obr. 2.) dospělo k obdobným výsledkům. U stejných obilovin pak byly prokázány nejvyšší hodnoty HTS (v rozmezí 25,99–42,29 g odpovídající zvýšení o 1–6 % oproti kontrole při aplikaci výpalků v dávce 3 t.ha⁻¹).

Tab. I. Výsledky rozboru ječmene

Sledované parametry		Varianta: dávka výpalků	Ječmen jarní			Průměr varianty hnojení
			Pribina	Sebastian	Norimberský	
Přepad nad sítem 2,5 (%)		0 t.ha ⁻¹	73,69	48,41	44,73	55,61
		3 t.ha ⁻¹	77,50	55,40	47,81	60,24
		6 t.ha ⁻¹	72,94	48,48	46,55	55,99
Zrnové příměsi (%)	Sladařsky nevyužitelné	0 t.ha ⁻¹	0,27	0,24	0,40	0,30
		3 t.ha ⁻¹	0,25	0,15	0,37	0,26
		6 t.ha ⁻¹	0,22	0,16	0,35	0,24
	Částečně sladařsky využitelné	0 t.ha ⁻¹	1,16	1,31	2,70	1,70
		3 t.ha ⁻¹	1,04	0,92	2,34	1,32
		6 t.ha ⁻¹	0,91	0,87	2,26	1,36
Klíčivost (%)		0 t.ha ⁻¹	96,10	96,61	98,50	97,07
		3 t.ha ⁻¹	95,25	96,01	97,50	96,25
		6 t.ha ⁻¹	96,75	96,75	98,75	97,42
Vlhkost (%)		0 t.ha ⁻¹	10,80	10,60	10,70	10,70
		3 t.ha ⁻¹	11,20	10,80	10,80	10,93
		6 t.ha ⁻¹	10,90	10,80	10,90	10,87
N-látky (%)		0 t.ha ⁻¹	12,15	11,20	15,01	12,79
		3 t.ha ⁻¹	13,01	13,17	15,77	13,98
		6 t.ha ⁻¹	13,30	13,37	15,82	14,16

Výsledky výnosů tak korespondují s prací TURNER ET AL. (6) prezentující dosažení nejvyšších výnosů u cukrové třtiny při stejné dávce, tzn. při 3 t.ha⁻¹. Celkově však lze hodnoty dosažených výnosů hodnotit spíše podprůměrně, což bylo zapříčiněno nevyrovnanými srážkami během vegetačního období (zejména v dubnu) a jejich negativním dopadem na vzházení plodin.

Obr. 1. Vliv aplikace melasových výpalků v dávce 0–6 t.ha⁻¹ na výnos obilovin

Kvalita zrna ječmene jarního

Specifické parametry určující kvalitu zrna byly stanoveny pro tři odrůdy ječmene jarního (Norimberský, Pribina a Sebastian) (tab. I.). Jednotlivé parametry reagovaly na zvýšení dávky aplikovaných výpalků různorodě. U přepadu sítem byly demonstrovány nejvyšší hodnoty při aplikaci 3 t.ha⁻¹. Množství N-látek se zvyšovalo s narůstající dávkou výpalků, tzn. nejvyšších hodnot bylo dosaženo při 6 t.ha⁻¹. Nárůst hodnot u této dávky oproti kontrole (0 t.ha⁻¹) vzrostl u jednotlivých odrůd pouze o 6–10 %. Opačný trend byl sledován v případě parametrů zrnových příměsí sladařsky nevyužitelných či využitelných částečně, které zaznamenaly nejnižší hodnoty při stejné dávce (6 t.ha⁻¹), oproti kontrole snížení dosáhlo (20–51 %). Aplikace melasových výpalků měla nejmenší vliv na klíčivost a vlhkost zrna, a to u všech testovaných odrůd. V případě klíčivosti nárůst u nejvyšší aplikované dávky (6 t.ha⁻¹) nedosáhl ani 1 %, v případě vlhkosti nepřesáhl 2 %.

Mezi testovanými odrůdami prokázal ječmen jarní Sebastian u většiny z testovaných parametrů nejvýznamnější zvýšení. U přepadu sítem byl zaznamenán nárůst u dávky 3 t.ha⁻¹ o 14,5 % (ostatní odrůdy 5–7 %). V případě zrnových příměsí sladařsky nevyužitelných bylo zaznamenáno zvýšení o 50 % (ostatní odrůdy 14–23 %) a částečně využitelných o 38 % (ostatní odrůdy 14–19 %) a v případě N-látek o 19 % (ostatní odrůdy o 5–9,5 %), všechny tři parametry hodnoceny při dávce výpalků 6 t.ha⁻¹.

Kvalita zrna jarní pšenice

Potravinářská kvalita zrna jarní pšenice Leguán byla hodnocena za pomoci jedenácti parametrů potravinářské kvality, jejichž naměřené hodnoty představuje tab. II. V případě zlomků, porostlosti zrna, vlhkosti a lepku byl zaznamenán pouze zanedbatelný či žádný efekt u všech dávek výpalků (tzn. 0–6 t.ha⁻¹). V případě parametrů příměsí a nečistot, zrnových příměsí a nečistot došlo se zvyšující dávkou aplikované koncentrace výpalků ke snížení naměřených hodnot, a to až o 24–41 % (v případě aplikace 6 t.ha⁻¹) u všech parametrů.

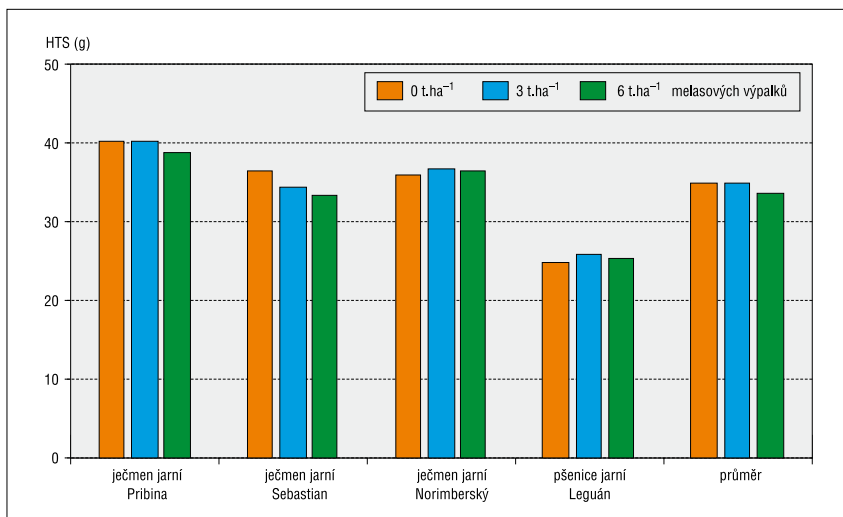
Opačný trend, čili zvyšování naměřených hodnot s narůstající dávkou aplikovaných výpalků, byl zaznamenán u obsahu N-látek, kdy hodnoty dosahovaly až k 14,1 %, u čísla poklesu dosahujícího až 420 s a u hodnot Zeleného testu 56 ml (v případě dávky 6 t.ha⁻¹ pro všechny tři parametry). Navýšení těchto hodnot však představovalo pouze 5,8 % (N-látek), 1,9 % (číslo poklesu) a 3,7 % (Zeleného test) ve srovnání s kontrolou bez aplikace výpalků. Nejvýznamnějšího pozitivního efektu při aplikaci výpalků v dávce 3 t.ha⁻¹ bylo dosaženo u objemové hmotnosti

(se zvýšením o 4,5 %). Díky snížení obsahu nečistot a příměsí lze poukázat na pozitivní vliv aplikace melasových výpalků na kvalitu produktu (tzn. zrna). Díky navýšení obsahu N-látek také stoupá obsah bílkovin, což se následně odráží na kvalitě těsta a objemu pečiva (8).

Závěr

Aplikace melasových výpalků v množství 3 t.ha⁻¹ se jeví jako nejvhodnější dávka mající pozitivní dopad jak na výnos, tak na kvalitu zrna ječmene jarního i pšenice jarní. Při této dávce byl zvýšen výnos u testovaných obilovin o 12–19 %, stejný trend byl zaznamenán se zvýšením do 6 % u HTS. Také parametry určující kvalitu zrna prokázaly pozitivní přínos aplikace výpalků, a to při dávce 3 t.ha⁻¹ (přepad sítem, objemová hmotnost) či 6 t.ha⁻¹ (N-látky, příměsí sladařsky nevyužitelné či využitelné částečně, číslo poklesu, hodnoty Zeleného testu). N-látky mají tendenci s narůstajícím množstvím aplikovaných výpalků zvyšovat svůj podíl, již u dávky 3 t.ha⁻¹ byl zjištěn znatelný pozitivní efekt. Na druhou stranu aplikace melasových výpalků měla zanedbatelný vliv na klíčivost a vlhkost zrna, zlomky, porostlost zrna, vlhkost a lepek, a to při všech testovaných koncentracích.

Obr. 2. Vliv aplikace melasových výpalků na hmotnost tisíce semen



V případě dalších parametrů (příměsí a nečistoty, zrnové příměsí) došlo se zvyšující se dávkou aplikované koncentrace výpalků ke snížení naměřených hodnot.

Experiment tak prokázal skutečnost, že využití melasových výpalků jako hnojiva v ekologickém zemědělství má pozitivní vliv na výnos i kvalitu zrna. Protože však koncentrace látek v sušíně výpalků kolísá (1), výše správné dávky aplikovaných výpalků může být variabilní.



Výselechlil
Florimond Desprez, Francie



NC-typ
Mesange

- řepa, která zahajuje kampaň
- rychlý nárůst cukernatosti a jakosti
- výnos polarizačního cukru v ÚKZÚZ 105 %
- vynikající výsledky ve všech termínech sklizně

NC-typ
Oceanite

- vysoké tržby již v prvních dnech sklizně
- ověřena v praxi - výnos rafinády 101,8 % v SDO 2013-14
- vhodná pro celé období sklizně s včetně nejranějších termínů

N-typ
Courlis

- cukrovka s vyváženým výnosem kořene a cukernatostí
- hladký kořen pro snadnou sklizeň v těžkých půdách
- výborné výsledky v SDO, ve Francii doporučena ITB k pěstování pro sezónu 2015

NV-typ
Rosire

- speciální tolerance k rizoktonii
- tolerantní k rizomanii a cercosporě
- dobré výnosy i na nezamořených lokalitách

CUKROVÁ ŘEPA 2016

SELGEN, a. s. • Stupice 24, 250 84 Sibřina
e-mail: selgen@selgen.cz • www.selgen.cz • tel.: 281 091 441



Tab. II. Výsledky potravinářského rozboru pšenice

Parametr kvality zrna	Varianta – dávka výpalků		
	0 t.ha ⁻¹	3 t.ha ⁻¹	6 t.ha ⁻¹
Objemová hmotnost (kg.hl ⁻¹)	66,95	70,10	67,25
Příměsí a nečistoty (%)	4,84	4,20	3,20
Zrnové příměsí (%)	4,81	3,99	2,92
Zlomky (%)	0,03	0,02	0,03
Nečistoty (%)	0,37	0,31	0,28
Porostlá zrna (%)	0,40	0,06	0,04
Vlhkost (%)	11,90	11,80	11,90
Lepek (%)	25,65	25,45	25,49
N-látky (%)	13,32	13,71	14,09
Číslo poklesu (s)	412,00	414,00	420,00
Zeleného test (ml)	54,00	55,00	56,00

Souhrn

Článek prokazuje pozitivní vliv aplikace melasových výpalků jako hnojiva v ekologickém zemědělství. Nejlepších výsledků bylo dosaženo při dávce výpalků 3 t.ha⁻¹. Testované obiloviny (ječmen jarní a pšenice jarní) prokázaly jak zvýšení výnosu, a to až o 12–19 % (oproti nehnoužené kontrole), tak zvýšení hmotnosti tisíce semen s nárůstem do 6 %. Také parametry určující kvalitu zrna prokázaly pozitivní přínos aplikace výpalků, a to při dávce 3 t.ha⁻¹ (přepad sítem, objemová hmotnost, hodnoty Zeleného testu) či 6 t.ha⁻¹ (N-látky, příměsí sladařsky nevyužitelné či využitelné částečně, číslo poklesu). Aplikace melasových výpalků měla naopak zanedbatelný vliv na klíčivost a vlhkost zrna, zlomky, porostlost zrna a lepek, a to při všech testovaných dávkách. V případě parametrů příměsí a nečistoty, zrnové příměsí došlo se zvyšující se dávkou aplikovaných výpalků ke snížení naměřených hodnot až o 24–41 %. I když některé parametry kvality zrna měly nejvyšší hodnoty při dávce 6 t.ha⁻¹, toto zvýšení mělo narůstající lineární charakter a nárůst hodnot byl již pozorován při dávce výpalků 3 t.ha⁻¹. Tato dávka se tak jeví jako nejvhodnější s pozitivním dopadem na výnos i některé parametry určující kvalitu zrna obilovin.

Klíčová slova: hmotnost tisíce semen, ječmen jarní, kvalita zrna, pšenice jarní, výnos, melasové výpalky, ekologické zemědělství, hnojivo.



Článek vznikl v rámci institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj VÚZT, v. v. i. RO0615.

Literatura

1. Hnojiva vhodná pro použití v EZ. Bioinstitut, 2013, [on-line] <http://www.bioinstitut.cz/>, cit. 18. 3. 2014.
2. KALINOVÁ, J. ET AL.: *Půdní úrodnost, výživa a hnojení rostlin v ekologickém zemědělství*. JU ZF v Českých Budějovicích, 2007, 42 s., ISBN 978-80-7394-029-4.
3. CANDRÁKOVÁ, E. ET AL.: Využití biopreparátů při pestování repy cukrové. *Listy cukrov. řepář.*, 125, 2009 (2), s. 52–57.
4. ČERMÁK, P. ET AL.: *Metodická pomůcka. Bilance živin v ekologicky hospodařícím podniku*. Náměštl nad Oslavou: ZERA–Zemědělská a ekologická regionální agentura, o. s., 2007, 43 s., ISBN 80-903548-4-X.
5. MAKAMA, J. N.; GWEBU, N. S.; NKAMBULE, S. V.: The performance of irrigated sugarcane under stillage and granular fertiliser treatments. In *Proceedings of the South African Sugar Technologists' Association*, 79, 2005, s. 246–248.
6. TURNER, P. E.; MEYER, J. H.; KING, A. C.: Field evaluation of concentrated molasses stillage as a nutrient source for sugar cane in Swaziland. In *Proceedings: South African Sugar Technologists' Association*, 76, 2002, s. 61–70.
7. WYNNE, A. T.; MEYER, J. H.: An economic assessment of using molasses and condensed molasses solids as a fertiliser in the south african sugar industry. In *Proceedings: South African Sugar Technologists' Association*, 76, 2002, s. 71–78.
8. PŘÍHODA, J.; HRUŠKOVÁ, M.: *Hodnocení kvality: aplikace doporučených přístrojů, metod a interpretace výsledků pro praxi*. Praha: Svaz průmyslových mlýnů České republiky, 2007, 187 s., ISBN 978-80-239-9475-9.

Kučera L., Bradna J., Malařák J.: Use of Molasses Stillage Utilization as Fertilizer for Organically Grown Cereals

This study demonstrates the positive impact of application of molasses stillage as fertilizer for organically grown cereals. The best results were reached with stillage dosage of 3 t ha⁻¹. The tested cereals (spring barley and spring wheat) showed yield increase of 12% up to 19% (compared to control application) as well as increase in the weight of 1,000 seeds up to 6%. The parameters determining the grain quality were also positively affected by both doses of applied stillage, 3 t ha⁻¹ (pass through sieve, density, Zeleny's test results) and 6 t ha⁻¹ (N-compounds, admixtures un/suitable for malting utilization, falling number). Stillage application had an insignificant influence on germination, moisture content, damaged grains, sprouted grains, and gluten content, all with test dosage. In case of admixtures and impurities an increasing dose of stillage caused them to decrease by 24–41%. Although several of the grain quality parameters showed the best results at the concentration of 6 t ha⁻¹, this increase had growing linear characteristics and increase in the values was observed already at the dose of 3 t ha⁻¹. Therefore, the dose of 3 t ha⁻¹ is considered to be the best having not only a positive impact on yield increase but also on the grain quality as such.

Key words: weight of thousand grains, spring barley, grain quality, spring wheat, yield, molasses stillage, organic farming, fertilizer.

Kontaktní adresa – Contact address:

Ing. Ladislav Kučera, Česká zemědělská univerzita v Praze, Technická fakulta, Kamýčká 961/129, 165 00 Praha 6-Suchbát, Česká republika, e-mail: ladkuc@gmail.com