

## Vliv chemického aditiva na kvalitu silážovaných řízků

THE EFFECT OF CHEMICAL ADDITIVE ON THE QUALITY OF SUGAR BEET PULP SILAGE

Radko Loučka – Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i., Praha Uhřetěves

Vyslazené cukrovarské řízky představují důležitý vedlejší produkt při zpracování cukrovky. Jsou cenným krmivem, které je možno zkrmovat přímo, nebo konzervované silážováním či sušením. Jsou také cenným substrátem pro výrobu bioetanolu či bioplynu.

Výroba vyslazených řízků závisí na obsahu dřene a pohybuje se okolo 80 % n. ř. při sušině 8 %. Při tak nízké sušině nelze vyslazené řízky konzervovat. Aby je bylo možné ve formě siláží ve výživě zvířat využívat, musí se z nich lisováním mechanicky odstranit voda, získají se tak řízky o sušině 15–25 %. Účinnost lisování závisí vedle strojně technických parametrů lisů především na fyzikálních vlastnostech řízků, teplotě a hodnotě pH. Oddělení vody od dřene mechanickým lisováním úzce souvisí také s obsahem pektinu v řepné dřeni. Je známo, že pektin se může chemicky i enzymaticky rozkládat na produkty, které silně zhoršují lisovatelnost řízků a způsobují jejich mazovatení. Proto je nutné eliminovat všechny vlivy, které mohou hydrolyzu pektinu způsobit. Kromě technologických opatření (rychlé naskladnění do silážních prostor, řádné dusání nebo lisování, anaerobní zakrytí) lze zhoršení kvality siláží částečně eliminovat i přidáním chemických či biologických aditiv (1).

Výsledky pokusů se silážováním vyslazených řízků pomocí konzervačních přípravků jsou známy již z poloviny minulého století. Například OLSEN (2) v roce 1951 napsal, že 4% přídavek melasy k vyslazeným řízům (0,3–0,5 % cukru) o sušině 12 % významně pozitivně ovlivnil fermentační proces ve prospěch

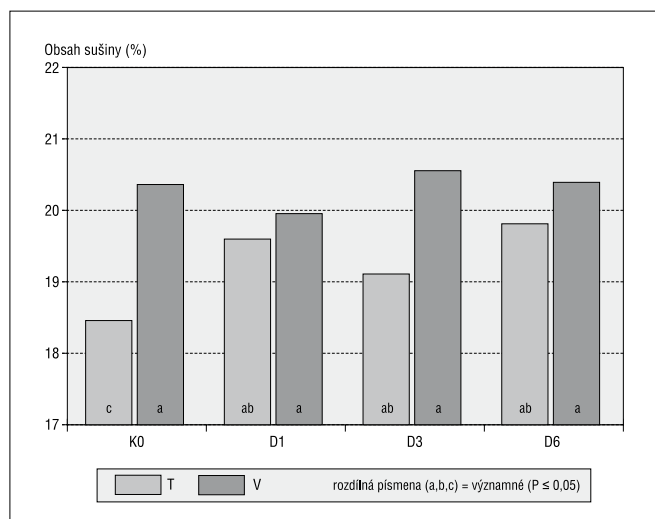
mléčného kvašení. Pokud melasa nebyla u kontroly přidána, ztráty sušiny se zvýšily až o 15 %, přičemž převažovaly produkty máselného kvašení. Ve své práci citoval i autory, kteří již několik let před ním prokázali příznivý efekt chemické konzervace organickými i anorganickými kyselinami, a to i v případě, že melasa přidána nebyla, nebo byla přidána jen v malém množství (1 %). Tím se potvrdilo, že při konzervaci lze jít dvěma odlišnými směry, buď fermentaci dodáním lehce dostupných cukrů podpořit, nebo ji dodáním kyselin, které rychle zajistí potřebnou kyselost a tím i stabilitu siláže, potlačit (2).

OLSEN (2) také uvádí, že cukrovary ve Švédsku již v té době začaly na základě výsledků výzkumu produkovat řízky o sušině 14–16 %, bylo s nimi dosaženo lepších výsledků než s řízky s tehdy běžnou sušinou kolem 10 %. Později se sušina požadovaná pro silážování zvýšila na 18 % a více (3, 4). Když se však obsah sušiny zvýší na 22 % a výše, nastupují problémy způsobené nedokonalým udusáním (řízky mají vysokou pružnost). Pokud se z nich vzduch dostatečně nevytěsní, řízky plesnivějí. Tento problém se projevuje zvláště u siláží v horní části plastových vaků (rukávů), do nichž lze v průměru naskladnit cca 300 t řízků. Částečně lze ztráty omezit dodáním aditiva, které zvýší aerobní stabilitu siláže (1). V letech 2003 až 2005 proběhly v Německu rozsáhlé pokusy (5, 6) s konzervací řízků do vaků. Bez ohledu na to, že byly zjištěny značné rozdíly mezi cukrovary a mezi obdobími odběru vzorků, a to jak v obsahu sušiny, tak v cukernatosti, byla technologie silážování do vaku v závěru projektu doporučena jako nejlepší, co se týká kvality produktu i nákladů na výrobu. Vlivy jako zpoždění 24 hodin při silážování nebo pozice uložení ve vaku byly z pohledu výsledné výživné hodnoty siláží málo významné. Málo uspokojivé byly výsledky aerobní stability, bylo by je sice možné řešit použitím konzervačního přípravku, to by ale příliš ovlivnilo ekonomiku výroby. Významný vliv na kvalitu cukrovkových řízků má i zpracovávaná odrůda cukrovky (7).

V pokusech (7, 8) s konzervací lisovaných řízků s využitím chemických přípravků (sodné soli kyseliny akrylové a směsi kyseliny mravenčí a octové) došlo k průkaznému ( $P \leq 0,05$ ) snížení tvorby všech kvasných kyselin. Produkce kyseliny mléčné byla u siláže s přídavkem kyseliny mravenčí v porovnání s ostatními silážemi silně redukována. Přídavek organických kyselin způsobil ve srovnání s neošetřenou kontrolou také významné snížení tvorby alkoholu. Akrylan sodný významně snížil v porovnání s kontrolou tvorbu kyseliny mléčné a octové. Přidané organické kyseliny vedly ve srovnání s kontrolní siláží ke zlepšení fermentačního procesu.

V jiných pokusech (9), tentokrát s biologickými inokulanty, bylo při jejich použití popsáno významné snížení ztrát celulosy

Obr. 1. Obsah sušiny SBPS v závislosti na teplotě původní hmoty a dávce aditiva



a hemicelulosa a zlepšení ukazatelů kvality fermentace (rychlé snížení pH, vyšší obsah kyseliny mléčné a nižší obsah nevhodných silážních produktů). V případě, že byly řízky inokulovány přípravkem obsahujícím *Lactobacillus fermentum* NRRL B-4524, byly výsledky lepší než s přípravkem obsahujícím *Lactobacillus brevis* B-1836 (LAB #120), a ty lepší než u kontroly bez aditiva. Jedním z výstupů této studie bylo i velmi významné zjištění, že silážováním se zvýší enzymatická stravitelnost až o 35 % (9).

Konzervaci s využitím biologických nebo chemických přípravků při silážování řepných řízků se zabývalo více autorů (10–14).

Cílem fermentačního pokusu s konzervací řízků z cukrové řepy bylo zjistit, jakou dávkou chemického konzervantu je třeba ošetřit cukrovské řízky, aby byla siláž z nich vyrobená kvalitní a stabilní. Pokus navazuje na výzkum vlivu zpoždění u silážování na výživnou hodnotu řepných řízků (15).

### Materiál a metodika

Čerstvé řízky (označení T), ještě teplé (cca 48 °C), byly po aplikaci konzervantů napěchovány do skleněných nádob s objemem 5 l. Ostatní řízky byly ponechány na hromadě. Po třech dnech byla u řízků vychladlých na teplotu cca 22 °C (označení V) celá procedura s aplikací konzervantů a pěstováním do lahví opakována. Řízky pocházely z cukrováru Hrušovany nad Jevišovkou, konzervovány byly v druhé polovině měsíce listopadu.

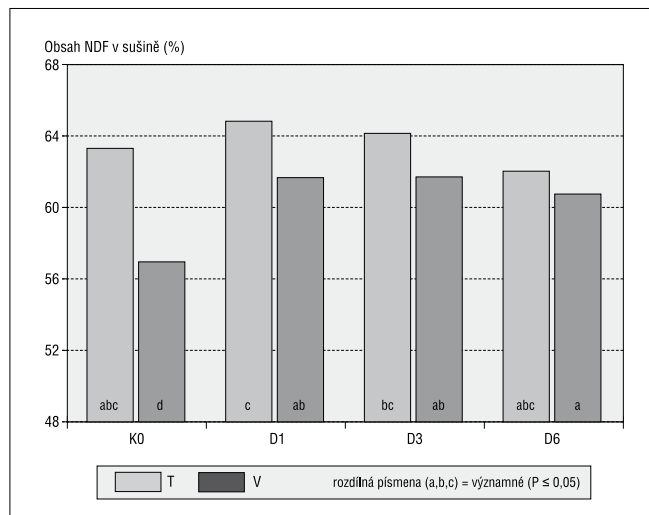
Pro aplikaci byl použit chemický konzervant se složením 22,9 % benzoátu sodného E211, 8,3 % propionátu sodného E281 a 68,8 % vody (obchodní název Maise Kofasil®Liquid). Tento konzervant má v německém hodnotícím systému DLG pečeť kvality skupiny 2, což značí, že významně zlepšuje aerobní stabilitu siláží (13). Konzervant byl aplikován v dávkách 1, 3 a 6 l.t<sup>-1</sup> siláže (označení D1, D3 a D6), u každé varianty bylo šest opakování, včetně kontroly bez konzervantu (označení K0).

Siláže v lahvích byly skladovány v temnu při teplotě cca 20 °C po dobu 90 dnů a následně byly analyzovány v laboratoři NutriVet, s. r. o., Pohořelice na ukazatele výživné hodnoty (sušina, popel, vláknina, NDF) a ukazatele kvality fermentace (pH, kyselina mléčná, TMK, N–NH<sub>3</sub>, N–NH<sub>2</sub>, alkohol). N-látky byly stanoveny v laboratoři EkoLab, s. r. o., Žamberk. Vzorky byly odebírány podle ČSN EN ISO 6497 a analyzovány podle ČSN 46 7092. Neutrálně detergentní vláknina (NDF) byla po úpravě vzorku amylázou stanovena podle ČSN EN ISO 16472. Výsledky byly vyhodnoceny programem Statistica 9 (StatSoft, Inc., Tulsa, Oklahoma, 2010). Výživné hodnoty byly porovnány s tabulkovými (16). Statistická významnost byla testována na hladině  $P \leq 0,05$ .

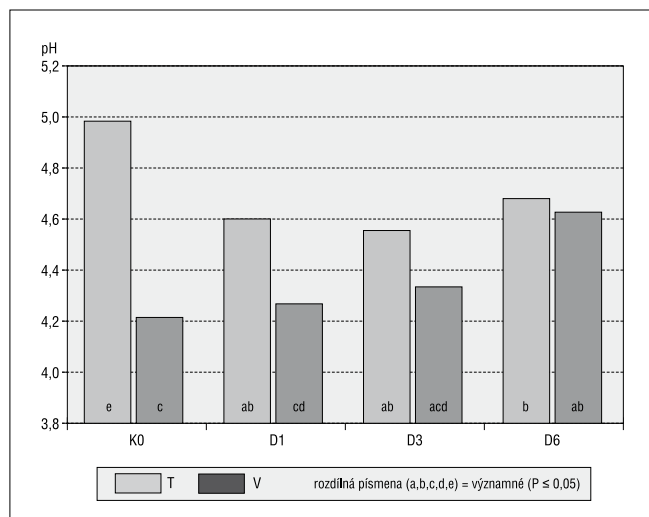
### Výsledky a diskuse

Obsah sušiny (obr. 1.) v silážovaných řízcích (SBPS – sugar beet pulp silage) byl významně ( $P \leq 0,05$ ) nejvyšší u kontroly bez konzervantu, což ukazuje na to, že pokud není použit konzervant, ztráty sušiny jsou nejvyšší. I když u sušiny siláží nebyl vliv dávky konzervantu plně prokázán ani u T, ani u V siláží, je patrný trend, který ukazuje na nejvyšší ztráty u kontrolních siláží bez konzervantu a nejnižší u dávků konzervantu 6 l.t<sup>-1</sup>. Průkazný rozdíl v obsahu sušiny byl mezi T a V, což je dáno tím, že po třídenním ponechání řízků na hromadě se sušina jejich původní hmoty zvýšila téměř o 2 %. Významné rozdíly mezi kontrolou

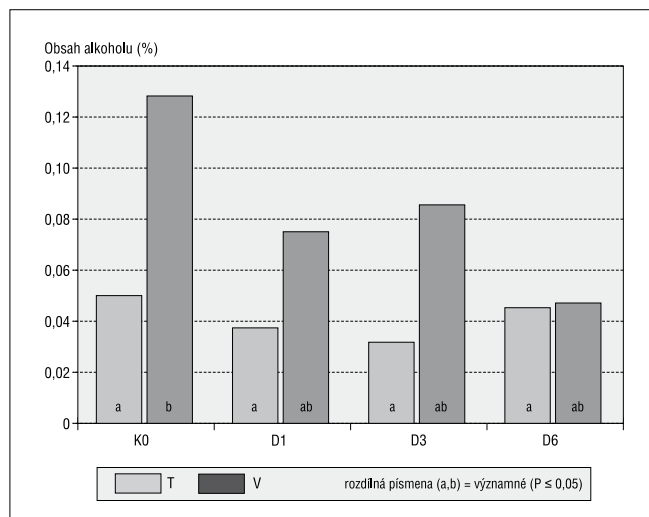
Obr. 2. Obsah NDF v sušině SBPS v závislosti na teplotě původní hmoty a dávce aditiva



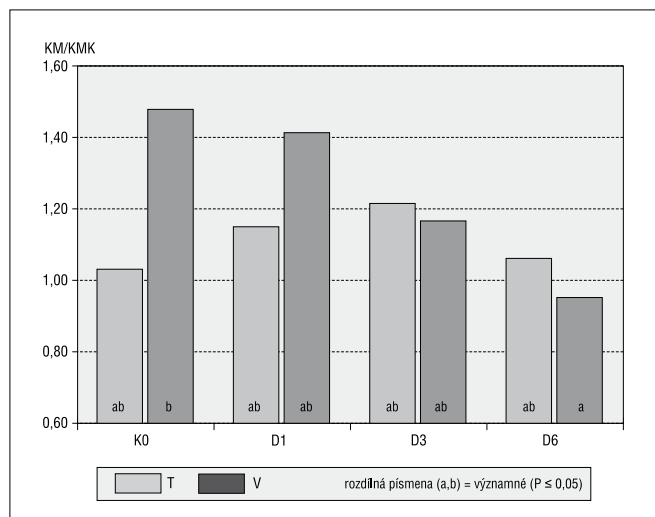
Obr. 3. Hodnoty pH SBPS v závislosti na teplotě původní hmoty a dávce aditiva



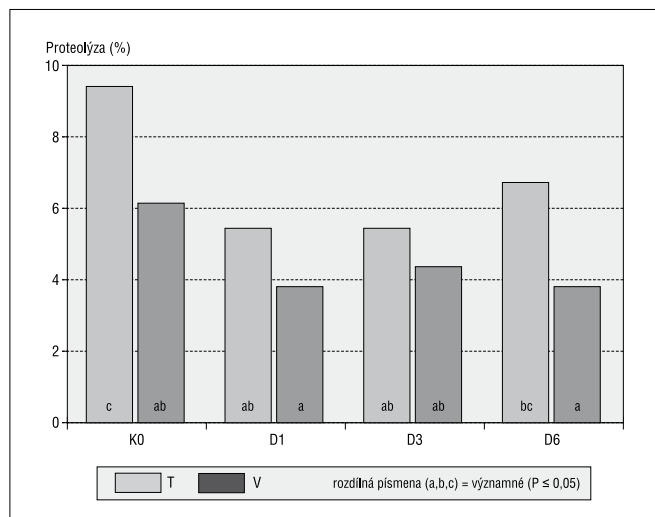
Obr. 4. Obsah alkoholu v SBPS v závislosti na teplotě původní hmoty a dávce aditiva



Obr. 5. Poměr kyseliny mléčné ku těkavým mastným kyselinám v SBPS v závislosti na teplotě původní hmoty a dávce aditiva



Obr. 6. Stupeň proteolýzy u SBPS v závislosti na teplotě původní hmoty a dávce aditiva



a jednotlivými dávkami byly zjištěny u obsahu NDF v sušině (obr. 2.) u SBPS konzervovaných se třídním zpožděním. NDF v sušině bylo vyšší u siláží s konzervantem než u kontroly bez konzervantu, mezi konzervanty však rozdíly významné nebyly. NDF v sušině bylo vyšší u siláží z řízků T (63,6 % v suš.) než z řízků V (60,3 % v suš.). U ostatních ukazatelů výživné hodnoty (N-látek, popelovin, vlákniny) byly rozdíly mezi dávkami konzervantu nevýznamné.

### Hodnocení výsledku fermentace

Fermentační proces u siláží kontrolních T bez konzervantu nebyl úspěšný. Hodnoty pH (obr. 3.) byly příliš vysoké (4,99). U siláží s dodáním konzervantu bylo pH významně nižší. Z toho vyplývá, že s konzervantem proběhly fermentace příznivěji. Rozdíly mezi dávkami však nebyly průkazné. U siláží V byly průkazné rozdíly pouze mezi kontrolou a nejvyšší dávkou, což bylo 6 l.t<sup>-1</sup>. Naopak u obsahu alkoholu (obr. 4.) u siláží T nebyly

průkazné rozdíly ani mezi kontrolou a dávkami. Významně vyšší obsah alkoholu než u dávek konzervantů byl zjištěn u kontroly V. Při alkoholickém kvašení bývají ztráty energie ve srovnání s kvašením mléčným nebo octovým (4 %, resp. 15 %) až několikanásobně vyšší (45 %). Pokud by tedy nastalo při silážování zpoždění delší než 3 dny, použití aditiv by bylo vhodné.

Pro hodnocení výsledku fermentačního procesu a aerobní stability (obr. 5.) je doporučeno porovnávat obsah kyseliny mléčné (KM) k těkavým mastným kyselinám (TKM). Z hlediska kvality fermentačního procesu a výše ztrát je výhodné, když je tento poměr (KM/TKM) co nejvyšší, naopak pro hodnocení aerobní stability může být v siláži vyšší zastoupení TKM. Ke konzervaci byl použit přípravek, který je spíše zaměřen na zvýšení aerobní stability. Odstupňování dávky konzervantu se hlavně projevilo u siláží V, čím vyšší dávka konzervantu, tím nižší byl poměr KM/TKM. Stejně jako u obsahu alkoholu, tak i u poměru mezi KM a TKM byl významný rozdíl jen u V mezi kontrolou a nejvyšší dávkou konzervantu, což bylo 6 l.t<sup>-1</sup>. Pro hodnocení výsledku fermentačního procesu je také významná výše proteolýzy (rozklad bílkovin), neměla by vystoupit nad 8 %. Hodnoty proteolýzy nad touto hodnotou byly zjištěny jen u siláží kontrolních T (obr. 6.). Rozdíly mezi dávkami nebyly statisticky významné.

Závěrem lze tedy na základě výsledků konstatovat, že z hlediska vyššího obsahu alkoholu, poměru KM/TKM a proteolýzy lze konzervační přípravek obsahující benzoát sodný a propionát sodný doporučit zvláště v případech, když dojde ke zpoždění v silážování v délce kolem tří dnů. Rozdíly mezi velikostí dávky konzervantu (1, 3 a 6 litrů na tunu původní hmoty řízků) nebyly významné. Z ekonomického hlediska lze tedy doporučit již dávku 1 l.t<sup>-1</sup>, zejména při silážování řízků čerstvých, ještě teplých (T). Při silážování řízků vychladlých (V), se zpožděním tří dnů, resp. s jejich ponecháním tři dny na hromadě před silážováním, se doporučuje dávku konzervantu zvýšit úměrně s požadavkem na kvalitu a délku jejich skladování a způsob odběru ze silážních prostor. Významně účinná byla dávka 6 l.t<sup>-1</sup>. Je patrné, že v silážích T probíhaly úplně jiné procesy než v silážích V.

Vědecká literatura poskytuje velmi málo informací o kvalitě SBPS v souvislosti s použitím silážních aditiv a ještě méně v souvislosti se zpožděním v silážování. Podobné pokusy se srovnatelnými výsledky jsou popsány v příspěvcích (5, 6, 13), kde bylo zpoždění v silážování pouze jeden den. I to se však projevilo ve zhoršení aerobní stability. Závěr jejich výsledků byl následující: Ačkoliv cukrovarnické řízků mají malou pufrovací kapacitu a k úspěšné konzervaci potřebují relativně malé množství kyseliny mléčné, je vzhledem k malému obsahu cukru silážování vyslazených řízků ohroženo. Jako každá silážní hmota bohatá na vodu a energii musí i čerstvé řízků být rychle uloženy bez přístupu vzduchu. To znamená, že v průběhu 24 hodin musí být ještě teplé řízků (minimálně 40 až 45 °C) při hustotě 850 kg na každý 1 m<sup>3</sup> uloženy a zabaleny bez přístupu vzduchu. Pokud je nutné po dobu 24 hodin meziskladování, probíhá díky aktivitě mikroorganismů odbourávání cukrů, a proto nelze omezit tvorbu kyselin. Snížení teploty na složených hromadách řízků je nejmenší uprostřed hromady.

V pokusech WEBERA A STEINHÖFELA (13) byl použit stejný konzervant jako v pokusech našich. Při skladování po dobu 183 dní stačila dávka 2,5 l.t<sup>-1</sup> ke zvýšení aerobní stability dvounásobně (než u kontroly bez aditiva), zatímco dávka 5 l.t<sup>-1</sup> neměla žádný další významný efekt.

Výživné hodnoty řízků jsou srovnatelné s hodnotami uvedenými v katalogu krmiv (16).

Tato práce vznikla s finanční podporou výzkumného záměru MZE 0002701404. Děkuji také firmě NutriVet, s. r. o., za pomoc s odběrem, přípravou a vyhodnocováním vzorků.

## Souhrn

Cílem fermentačního pokusu s konzervací řízků z cukrové řepy bylo zjistit, jakou dávkou chemického konzervantu je třeba ošetřit cukrovarské řízky, aby byla siláž z nich vyrobená kvalitní a stabilní. Pro aplikaci byl použit chemický konzervant (obsahující benzoát sodný a propionát sodný), který má v německém hodnotícím systému DLG pečeť kvality skupiny 2, tedy zlepšující aerobní stabilitu siláží. Konzervant byl aplikován v dávkách 1, 3 a 6 l.t<sup>-1</sup> siláže.

U siláží bez konzervantu ve srovnání se silážemi s konzervantem mělo kvašení více alkoholický charakter a proběhlo s vyšší proteolýzou ( $P \leq 0,05$ ). Rozdíly ve výsledcích fermentačního procesu mezi silážemi s různou dávkou konzervantu byly nevýznamné ( $P \geq 0,05$ ). Z ekonomického hlediska lze tedy doporučit již dávku 1 l.t<sup>-1</sup>. V pokusu s konzervací řízků vychladlých, silážovaných s třídenním zpožděním (ponechané tři dny na hromadě) byly nejlepší výsledky získány s využitím chemického konzervantu v nejvyšší testované dávce 6 l.t<sup>-1</sup>. Z praktického hlediska je nutné zvážit, zda rozdíly ve výsledcích fermentačního procesu jsou natolik ekonomicky výhodné, aby byla takto vysoká dávka aditiva v praxi používána.

**Klíčová slova:** řepné řízky, siláž, chemické konzervanty, fermentace, stabilita, proteolýza.

## Literatura

- LOUČKA, R. ET AL.: Silážování cukrovarských řízků. *Metodiky pro zemědělskou praxi*. Praha: ÚZPI, 15, 1999, 27 s.
- OLSEN, E.: The Fermentation of Sugar-Beet Pulp Silage. *J. Gen. Microbiol.*, 1951 (5), s. 817–829.
- LOUČKA, R. ET AL.: Kvalita siláží vyslazených řízků. *Náš chov*, 49, 1999 (10), s. 16–17.
- LOUČKA, R.; MACHAČOVÁ, E.: Řízky po celý rok. *Náš chov*, 49, 1999 (11), s. 1–4.
- WEBER, U.; KAISER, E.; STEINHÖFEL, O.: Studies on ensiling pressed sugarbeet pulp in plastic tubes – Part 1: Effect of delayed ensiling (24 hours interposed storage) on feeding value, losses and silage quality; costs of tube ensiling. *Zuckerind.*, 131, 2006 (10), s. 691–697.
- WEBER, U.; KAISER, E.; STEINHÖFEL, O.: Studies on ensiling pressed sugarbeet pulp in plastic tubes – Part 2: Effect of storage length, addition of ensiling aids and extraction end closure on the aerobic stability of pressed pulp silage. *Zuckerind.*, 131, 2006 (12), s. 857–862.
- HONSOVÁ, H. ET AL.: Energetic value of fodder and sugar beet in organic farming. *Listy cukrov. řepář.*, 126, 2010 (11), s. 360–362.
- DOLEŽAL, P.: Vliv chemické konzervace na fermentační proces a kvalitu silážovaných cukrovarských řízků. *Acta universitatis agriculturae et silviculturae Mendelianae Brunensis*, 51, 2003 (1), s. 119–126.
- DOLEŽAL, P.; PYROCHTA, V.; DOLEŽAL, J.: Effects of chemical preservative and pressing of ensiled sugar-beet pulp on the quality of fermentation process. *Czech J. of Anim. Sci.*, 50, 2005 (12), s. 553–560.
- ZHENG, Y. ET AL.: Effects of ensilage on storage and enzymatic degradability of sugar beet pulp. *Bioresource Technol.*, 102, 2011 (2), s. 1489–1495.
- NISHINO, N.; HATTORI, H.: Resistance to aerobic deterioration of total mixed ration silage inoculated with and without homofermentative or heterofermentative lactic acid bacteria. *J. of the Sci. of Food and Agric.*, 87, 2007 (13), s. 2420–2426.
- KILIC, U.; SARIGICEK, B. Z.: The Effects of Different Silage Additives on in vitro Gas Production. Digestibility and Energy Values of Sugar Beet Pulp Silage. *Asian J. of Anim. and Vet. Advances*, 5, 2010 (8), s. 566–574.
- WEBER, U.; STEINHÖFEL, O.: Výsledky výzkumů v oblasti lisovaných cukrovárnických řízků. *Technologie senážování*, 2006 (1), s. 4–7.
- JAMBOR, V.; BOROVAN, L.: Proč konzervovat cukrovárnické řízky. *Náš chov*, 63, 2003 (9), s. 5–6.
- LOUČKA, R.: Vliv zpoždění v silážování na výživnou hodnotu cukrovkových řízků. *Listy cukrov. řepář.*, (připravováno k tisku).
- ZEMAN, L. ET AL.: *Katalog krmiv (tabulky výživné hodnoty krmiv)*. Pohořelice: VÚVZ. 1995, 465 s., ISBN 80-901598-3-4.

## Loučka, R.: The Effect of Chemical Additive on the Quality of Sugar Beet Pulp Silage

The goal of the fermentation experiment with preservation of sugar beet pulp was to ascertain what dose of chemical preservative is necessary to treat sugar beet pulp so that the ensilage produced with it is high-quality and stable. A chemical preservative (containing sodium benzoate and sodium propionate) group 2 quality seal of the German assessment system (DLG) was used for the application; this preservative improves the aerobic stability of ensilages. The preservative was applied in doses of 1, 3 and 6 l.t<sup>-1</sup> ensilage.

In ensilages without the preservative, as compared to the ensilages with the preservative, the fermentation had more of alcoholic character and took place with higher proteolysis ( $P \leq 0.05$ ). The differences in the results of the fermentation process among ensilages with different preservative doses were insignificant ( $P \geq 0.05$ ). So a dose of 1 l.t<sup>-1</sup> can already be recommended, from economic perspective. In the experiment with preservation of cooled pulps ensilaged with three-day delay (left on a heap for three days), the best results were achieved using the chemical preservative in the highest dose tested, 6 l.t<sup>-1</sup>. In practice, it must be considered whether the differences in the results of the fermentation process are economically favourable to such a degree that this high dose of additive is used.

**Key words:** sugar beet pulp, ensilage, chemical preservative, fermentation, stability, proteolysis.

## Kontaktní adresa – Contact address:

Ing. Radko Loučka, CSc., Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i., Oddělení výživy a krmení hospodářských zvířat, Přátelství 815, 104 00 Praha Uhřetěves, Česká republika, e-mail: loucka.radko@vuzv.cz

ROZHLEDY

### Tužilkin V. I., Kovalenok V. A., Šalнева O. A. Vaření cukrovin ze sirobů dvou koncentrací (Uvarivaniye utfelej iz siropov dvuch koncentracij)

Posuzuje se způsob vaření cukroviny ze sirobů nízké a vysoké koncentrace ( $S = 50\text{--}80\%$ ). Stručně je popsán postup počítačové simulace s použitím matematického modelu izobarické odpařovací krystalizace cukru, který obsahoval více než 60 vstupních a výstupních proměnných parametrů. Jsou uvedeny výsledky změny hmotnosti cukroviny při vaření ze sirobů dvou koncentrací, výsledky vaření sirobů různých technologických parametrů a závislosti hmotnosti cukroviny na čase. Tato technologie má přednosti před tradiční, je doporučena k zavedení v průmyslu.

*Sachar*, 2011, č.4, s. 47–50.

Hořejší