

Ministerstvo zemědělství
Těšnov 65/17
110 00 Praha 1

v y d á v á

OSVĚDČENÍ

č. 17210/2017 – 5

o uznání certifikované metodiky
v souladu s podmínkami Metodiky hodnocení výzkumných organizací a hodnocení programů
účelové podpory, schválené usnesením vlády ČR ze dne 8. února 2017 č. 107.

Metody stanovení a hodnocení efektivní vlákniny krmiv pro přežvýkavce

**Ing. Loučka Radko, CSc., doc. Ing. Homolka Petr, CSc. Ph.D., Ing. Jančík Filip, Ph.D.,
Ing. Kubelková Petra, Ph.D., Ing. Koukolová Veronika, Ph.D., Ing. Tyrolová Yvona,
Ing. Výborná Alena, Ing. Jambor Václav, CSc., Vosynková Blažena**

*Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha
NutriVet, s.r.o., Pohořelice*

Praha 2017

ISBN 978-80-7403-173-1

Metodika byla vypracována v rámci řešení projektu NAZV QJ1510391.

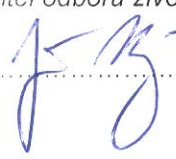
Projekt využívá „Pravidla pro odvětví zemědělství, lesnictví a rybolovu“ ANO/NE.
V případě, že projekt využívá „Pravidla pro odvětví zemědělství, lesnictví a rybolovu“,
je výsledek typu Nmet zdarma k dispozici všem zájemcům na webové stránce
http://vuzv.cz/index.php?p=vydavatelska_cinnost_kategorie&site=default&kateg=4

V Praze dne 7. 12. 2017

Razítko odborného orgánu státní správy:

Jméno zástupce odborného útvaru státní správy: Ing. Jiří Hojer

Funkce zástupce odborného útvaru státní správy: ředitel odboru živočišných komodit MZe

Podpis zástupce odborného útvaru státní správy: 



Souhlas odboru vědy, výzkumu a vzdělávání MZe:

Datum a podpis ředitele/ředitelky odboru:

11-12-2017

Ing. Pavlína Adam, Ph.D.

Razítko:

MINISTERSTVO
ZEMĚDĚLSTVÍ
Těšnov 65/17
110 00 Praha 1- Nové Město
-3-

Radko Loučka
a kolektiv

METODY STANOVENÍ A HODNOCENÍ EFEKTIVNÍ VLÁKNINY KRMIV PRO PŘEŽVÝKAVCE



ISBN 978-80-7403-173-1

CERTIFIKOVANÁ METODIKA

Metody stanovení a hodnocení efektivní vlákniny krmiv pro přežvýkavce

Autoři

Ing. Loučka Radko, CSc.; doc. Ing. Homolka Petr, CSc., Ph.D.; Ing. Jančík Filip, Ph.D.;
Ing. Kubelková Petra, Ph.D.; Ing. Koukolová Veronika, Ph.D.; Ing. Tyrolová Yvona,
Ing. Výborná Alena

Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha Uhřetěves

Ing. Jambor Václav, CSc., Vosynková Blažena
NutriVet, s.r.o., Pohořelice

Oponenti

Ing. Jan Pozdíšek, CSc.

Výzkumný ústav pro chov skotu, s.r.o., Rapotín

Ing. Jan Vodička

Ministerstvo zemědělství, odbor živočišných komodit

Metodika je výsledkem řešení výzkumného projektu NAZV QJ1510391

2017

Obsah

I.	CÍL METODIKY	5
II.	VLASTNÍ POPIS METODIKY	5
III.	SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ	22
IV.	POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY	23
V.	EKONOMICKÉ ASPEKTY	23
VI.	ZÁVĚR.....	24
VII.	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	24
VIII.	SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE	25

I. Cíl metodiky

Jak bude dále uvedeno, ve světě existuje značná nejednotnost v tom, jak stanovit i hodnotit jednotlivé frakce vlákniny podle její struktury. Je nutno zde konstatovat, že ani výsledky pokusů, uváděné v literatuře, nejsou jednotné, některé práce význam fyzikálně efektivní vlákniny (peNDF) v krmných dávkách vysokoužitkových dojníc potvrdily, jiné ne. Do hodnocení vstupuje více faktorů, které je třeba zohlednit.

Cílem metodiky je seznámit odbornou veřejnost s některými stávajícími variantami stanovení a hodnocení efektivní vlákniny krmiv pro přežvýkavce a doporučit, které metody používat.

II. Vlastní popis metodiky

Při výrobě a využití siláží se vždy hledá kompromis mezi délkou, resp. kvalitou zpracování řezanky, potřebnou pro zajištění kvality fermentačního procesu (čím kratší řezanka, tím lepší) a intenzitou zpracování (nařezání, resp. rozmělnění) siláže ve směsné krmné dávce (TMR) pro lepší využití ve výživě přežvýkavců (čím delší a lehčí částice, tím může být méně metabolických problémů). Intenzitu zpracování řezanky i samotné siláže lze měřit a podle výsledku měření i posoudit, čímž lze většinou i operativně učinit patřičné kroky k tomu, aby v konečném důsledku měla zvířata ty nejlepší podmínky pro trávení a tím byla zajištěna i jejich vysoká užitkovost společně s fitness, tedy jejich pohodou a zdravím.

Metodika v první části definuje vlákninu a její funkce ve výživě přežvýkavců. Druhá část je věnována popisu metod stanovení a hodnocení strukturálnosti vlákniny. Některé z nich vzešly z experimentálního ověřování ve VÚŽV a v laboratoři firmy NutriVet, s.r.o., Pohořelice. V části třetí představíme některé výsledky našich pokusů interpretujících využití návrhů v praxi.

Pro lepší orientaci v textu uvádíme seznam zkratk:

Bachorový kvocient (BQ); Bezdušikáté látky výťažkové (BNLV); Corn Silage Processing Score (CSPS); Efektivní vláknina (eNDF); Fragmentační index (CSFI); Fyzikálně efektivní faktor (pf); Fyzikálně efektivní vláknina (peNDF); Kernel Processing Score (KPS); Modulus of fineness (MF); NDF u kukuřice stanovená s amylázou, např. podle ČSN EN ISO 16472 (aNDF); Penn State Particle Separator (PSPS); Pennsylvania State University (PSU); Produkce mléka po přepočtu na 4% tučnost (FCM); Směsná krmná dávka (TMR); Těkavé mastné kyseliny (TMK); Teoretická délka řezanky (TLC); Vláknina rozpustná v neutrálním detergentu, tzv. neutrálně-detergentní (NDF); Vláknina rozpustná v kyselém detergentu, tzv. acido-detergentní (ADF); Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha Uhřetěves (VÚŽV).

Část první: Vláknina a její funkce ve výživě přežvýkavců

Základní charakteristiky vlákniny

Vláknina je hlavní složkou krmiv pro přežvýkavce. Je to široký pojem, pod kterým si každý může představit něco jiného. Z chemického hlediska se jedná o uspořádaný soubor látek sacharidového (polysacharidy, oligosacharidy) i nesacharidového původu (lignin). Řetězce jednotlivých polysacharidů mohou mít velmi různorodou strukturu (lineární, větvenou či nevětvenou, případně cyklickou), která má vliv na jejich fyzikálně chemické vlastnosti a na stabilitu v trávicím ústrojí.

Vlákninu z chemického hlediska můžeme stanovit, či definovat, několika způsoby. V ČR byl dříve téměř výhradně používán Weendeský způsob hodnocení, v němž byla definována **hrubá vláknina** jako celulóza a lignin nerozpustný v zásadě. Lignin rozpustný v zásadě a hemicelulóza byly zahrnuty ve frakci BNLV (bezdušikátých látek výtažkových). V poslední době tento způsob hodnocení krmiv stále častěji nahrazuje americký způsob hodnocení (Van Soest a kol., 1991), který bere **vlákninu jako buněčnou stěnu**, složenou z celulózy, hemicelulózy a ligninu, což dohromady tvoří vlákninu rozpustnou v neutrálním detergentu (NDF). Detergent je čistící/mycí/prací prostředek, chemicky patří tenzidy. Podle Van Soesta a kol. (1991) se kromě NDF stanovuje i vláknina rozpustná v kyselém detergentu, tzv. acido-detergentní (ADF). Hemicelulóza se pak vypočítá odečtením ADF od NDF. Tento způsob hodnocení více odpovídá skutečnosti a lépe vyjadřuje potřeby zvířat než Weendeský způsob, protože NDF představuje celkový obsah vlákniny v krmivu.

Vláknina ve výživě přežvýkavců slouží jako okamžitý i zásobní **zdroj energie** nejen pro trávení pomocí vlastních trávicích enzymů, ale hlavně pro mikroflóru v trávicím ústrojí. Velmi důležitou vlastností vlákniny je její **stravitelnost**, tedy rozdíl mezi obsahem vlákniny v krmivu a obsahem vlákniny ve výkalech. Pro vlastní fyziologický účinek a chování v organismu zvířete je vedle chemické struktury důležitá **odolnost vůči trávicím procesům** a také **rozpustnost či nerozpustnost vlákniny ve vodě**.

Rozpustná vláknina (např. pektin) má schopnost absorbovat vodu (bobtnat) a je také důležitým prebiotikem, t.j. slouží jako „strava“ pro pozitivní kmeny bakterií v zažívacím traktu.

Nerozpustná vláknina (např. celulóza a lignin) se ve vodě nerozpouští. Hemicelulóza je z pohledu rozpustnosti ve vodě na pomezí obou druhů vlákniny (je rozpustná částečně). Nerozpustná vláknina dokáže čistit střeva a ovlivňuje jejich pohyby, odvádí z těla odpady a toxické látky, funguje také jako jakási výplň, čímž zajišťuje pocit sytosti. Zvýšené množství nerozpustné vlákniny v TMR omezí u zvířat příjem krmiva, resp. sušiny krmiva.

V předžaludcích skotu se **zejména mikrobiální fermentací** přeměňuje vláknina na těkavé mastné kyseliny (TMK), které uhrazují energetickou potřebu skotu cca ze 70 %. Štěpením vlákniny vzniká především kyselina octová, která je prekurzorem tučnosti mléka. Pokud jsou dojnice krmeny s vyšším podílem jádra v krmné dávce, produktem štěpení je kyselina propionová, což je hlavní zdroj pohotové energie zvířat. V bacheru ale musí být energie ve správném poměru k dusíkatým látkám, zejména lehce dostupná energie k lehce dostupným dusíkatým látkám. Pokud tomu tak není, významně se zvyšuje kyselost obsahu bacheru. Pokud je kyselost v bacheru příliš vysoká, může dojít k tzv. acidóze i k dalším poruchám, což se většinou dost rychle projeví na užitkovosti a zdraví zvířete.

Fyzikální struktura vlákniny

Velmi důležitou funkcí vlákniny u přežvýkavců je její **fyzikální struktura**, která je potřebná pro zajištění motoriky bacheru a posunu tráveniny v zažívacím traktu. Pokud nejsou fyzikální funkce vlákniny v zažívacím traktu dostatečně účinné, dochází k dysfunkcím, tedy např. k acidózám bacheru nebo přetočení (dislokaci) slezu.

Strukturální vláknina musí být dostatečně dlouhá, aby fungovala, ale ne tak dlouhá, aby docházelo k třídění krmné dávky zvířaty. Určité narušení struktury krmiv (nejen délka řezanky, ale i podélné narušení, tzv. rozvláknění píce) je nezbytné pro zajištění dostatečného vytěsnění vzduchu při dusání a zabezpečení odpovídajícího fermentačního procesu silážováním.

Přílišné narušení struktury píce při silážování ale může snížit příjem sušiny siláže. Struktura siláže může být dále narušena při vybírání siláže ze silážních prostor, zejména při použití frézového vybírače. Velké porušení struktury vzniká při míchání TMR, kdy se musí

jednotlivé komponenty zpracovat, aby vytvořená směs byla co nejvíce homogenní. V současné době se na trhu nabízejí dvě varianty míchání. Kromě dříve používaného horizontálního míchání, se nyní používá i vertikální (u suchých vzorků). Obě metody jsou velmi odlišné. Vždy je proto třeba uvádět, jaké metoda byla použita.

Efektivnost NDF je ovlivňována velikostí částic, stupněm lignifikace, hydratací buněčných stěn a zastoupením v jednotlivých skupinách krmiv (Zeman a kol., 2006). Dostatečné množství efektivní vlákniny pozitivně stimuluje produkci slin, žvýkání, přezvykování a udržování optimálních hodnot pH bachorového obsahu - tím vším zabraňuje poruchám bachorové fermentace (Mertens, 2000). NDF obsažená v jemně rozmělněných krmivech ztrácí svůj stimulační efekt. Vysoký podíl jemně mletých a kašovitých krmiv negativně ovlivňuje tvorbu kyseliny octové, a tím i tvorbu mléčného tuku. Se vzrůstající velikostí částic jednotlivých krmiv stoupá i jejich efektivita mechanické stimulace. Proto byl do hodnocení výživy přežvýkavců zaveden pojem efektivní vláknina.

Efektivní vláknina (eNDF) je definována jako schopnost nahradit v krmné dávce objemnou píci natolik, že při zkrmování náhradního krmiva nedojde ke snížení obsahu tuku v mléce a nedojde ani k výraznému poklesu pH, a s tím spojené acidóze bachoru. Pro zajištění dobré motoriky bachoru a přezvykování by měla směsná krmná dávka pro dojnice obsahovat minimálně 21 % eNDF. Efektivní vlákninu krmiva může ovlivnit obsah tuku, rozpustných bílkovin, rozpustných uhlohydrátů, či látek s vysokou pufrací kapacitou (sliny, uhličitany). Protože tak do eNDF vstupuje mnoho faktorů mimo NDF, je to ukazatel málo spolehlivý ($r = 0,25$).

Proto byl zaveden pojem „**fyzikálně efektivní faktor**“ (pef), který byl původně charakterizován jako procento všech částic s délkou nad 8 mm z celkového nativního vzorku siláže, což je považováno za limit pro požadovanou strukturu krmiva. Na základě toho byla definována „**fyzikálně efektivní vláknina**“ (peNDF), která se vypočítá násobením procenta NDF faktorem „pef“.

V poslední době jsou tendence ještě k „přísnějšímu“ (nebo přesnějšímu?) hodnocení peNDF u kukuřičných siláží i TMR. Hlavním důvodem je, že se při vymývání výkalů zjistilo, že ve výkalech se stejně najde zhruba 5% částic větších než 1,18 mm, což je považováno za limit pro průchodnost zažívacím traktem. Při definici této velikosti částic se vycházelo hlavně z pokusů u ovcí. Ve výkalech u vysokoužitkových dojnic se ale občas vyskytují i nestrávená celá zrna kukuřice, která jsou větší. Tomu by se mělo předejít již při sklizni kukuřice a dále při procesu přípravy krmné dávky. Kromě peNDF, vztažené k limitu strukturní vlákniny (8 mm), se nyní přistupuje k hodnocení na sítu s oky 4 mm, 3 mm, dokonce i s oky 1,18 mm. Hodnoty peNDF se také stále častěji vztahují k požadavkům na nadrcení zrna. Nadrcení zrna lze hodnotit i podle zastoupení škrobu v částicích, které neprojdou sítím s oky 4,75 mm.

Bohužel, termíny eNDF a peNDF se při jejich používání zaměňují. Navíc to komplikuje fakt, že k určení peNDF již existuje několik metod nejen podle toho, jestli se použilo třepání sít horizontální nebo vertikální, jestli se třepalo nativní krmení nebo po usušení, jestli byly použity jen 3 síta (jestli to třetí mělo oka 4 mm, 3 mm nebo 1,18 mm) nebo jestli těch sít bylo 9, ale navíc jestli se hodnota peNDF vztahuje ke zbytku krmiv nad sítím s oky 8 mm, nebo 4 mm, nebo pod sítím s oky 1,18 mm. Mezi hodnotami zjištěnými různou metodou mohou být i značné rozdíly.

Výběr výsledků s testováním peNDF

Fyzikální stav krmiva (tedy délka řezanky a její „rozmělněnost“), což se často označuje jako struktura, je faktor velmi důležitý především z hlediska dietetického. Větší částice krmiva

podporují motoriku bachoru a rejekci, tedy návrat části krmiva do dutiny ústní, kde se dále rozmělní a prosliňuje. To přispívá k neutralizaci obsahu bachoru.

Mechanickým rozmělněním krmiva před vstupem do bachoru lze zvýšit jeho příjem a rychlost pasáže do dalších částí zažívacího traktu, ale jen do určitého limitu, po jeho překročení se příjem diametrálně sníží.

Bachorový obsah se musí promíchávat. Za den proběhne v bachoru asi 2500 vlnivých stahů, které jsou poměrně intenzivní. Hlavní, primární stahy trvají asi 4 sekundy a mají průměrný rytmus 1,5 stahu za minutu v průběhu příjmu krmiva a jeden stah v čase mimo příjem krmiva. Poměr mezi délkou rotace (stahu) a klidem udává bachorový kvocient (BQ), který se fyziologicky pohybuje mezi 2,4 a 3,0.

Obecně platí, že dojnice obvykle vyžadují, aby bylo v TMR alespoň 30 % NDF v sušině. Když je ho více, sice stoupá obsah tuku v mléce, ale klesá příjem sušiny krmiva i množství vyprodukovaného mléka. Když je obsah NDF pod 30%, doживost sice mírně stoupá, ale klesá tučnost a příjem. S limitem NDF v TMR úzce souvisí velikost částic v bachoru, která může významně ovlivnit přežvykování a funkce bachoru. Zde platí, že za strukturní jsou považovány částice větší než 8 mm (Beauchemin and Yang, 2005). O tom, že trávení přežvýkavců není až tak jednoduché jak se mnohdy prezentuje, svědčí vědecké články, které si někdy dokonce i odporují.

Navíc existují 2 přístupy k hodnocení peNDF. Jeden posuzuje peNDF u nativního materiálu a podle toho, kolik krmiva zůstalo po protřepání na sítu s oky 8 mm a většími a druhý u suchého materiálu podle toho, kolik krmiva zůstalo po protřepání na sítu s oky 1,18 mm a většími. Podle toho se také pro odlišení označuje buď peNDF8, nebo peNDF1,18. Výsledky jsou pak velmi odlišné, hodnoty peNDF8 se obvykle pohybují v rozmezí 12 až 22 %, kdežto hodnoty peNDF1,18 se obvykle pohybují v rozmezí 89 až 98 %.

Pro zajištění pH v bachoru nad 6,0 se v literatuře (Berzaghi a Mertens, 2004) doporučuje obsah peNDF větší než 22 %. Pro zajištění obsahu tuku v mléce nad 3,4 % by měl stačit obsah peNDF nad 20 %. Normativně by se měla hodnota peNDF pohybovat v rozmezí 22 až 24 %. Plaizier (2004) stanovil, že peNDF 12,5 % nebo nižší vede v bachoru k velkému riziku vzniku SARA (Subacute ruminal acidosis), za kritické je považováno mezi 12,5 a 14 %. SARA nastává, když se pH v bachoru nachází 24 h pod hranicí 5,8 (Valente a kol., 2017). Mnozí za kritickou hranici pro SARA již považují, když pH klesne pod 5,8. To však během dne může nastat dokonce několikrát, přičemž dojnice se s tím ale většinou dokáží rychle vyrovnat, např. napije se. Pro sledování stupně intenzity acidóz lze použít pH-metry, které kontinuálně měří a vyhodnocují dobu, po kterou pH v bachoru se během dne nachází pod 5,8 (eCOW, Devon, Ltd., Velká Británie). Vyhodnocení průběhu hodnot pH tímto způsobem nám dává informaci o akutnosti výskytu acidózy a nutnosti zásahu. Při jednorázovém vyšetření pH bachoru odběrem pomocí jícnové sondy se zjistí pouze momentální stav v daném čase, což má mnohem menší vypovídající schopnost oproti kontinuálnímu měření.

V poslední době se v literatuře na téma peNDF objevilo několik vědeckých prací. Oh a kol. (2016) v pokusu zkrmovali 12 jalovicím plemene Holštýnský skot 3 TMR s různým zastoupením peNDF (od 12,18 po 14,17). Zvýšení obsahu peNDF v TMR bylo spojeno se zvyšováním stravitelnosti sušiny, hrubého proteinu, hrubé vlákniny, NDF i ADF, a také s frekvencí a dobou přežvykování ($P < 0,05$). Tyto výsledky ukazují, že obsah peNDF ovlivňuje stravitelnost a žvýkací aktivitu. Wang a kol. (2017) krmili jalovicím 4 TMR s peNDF 10,8; 13,5; 18,0 a 19,8, což bylo dosaženo řezáním píce na délku 1 cm, 3 cm, 5 cm a 7 cm. Se zvyšujícím se obsahem peNDF se zlepšovalo pH, zvyšovala se koncentrace amoniaku a snižovalo procento propionátu v bachorové tekutině, společně s tím se zlepšovala žvýkací aktivita zvířat.

Shaw a kol. (2016) šli ve svých sledováních ještě dále a zaměřili se na bachorové mikroorganismy. Jejich studie měla za cíl zkoumat účinky různých zdrojů peNDF. Pět

kanylovaných dojníc plemene holštýnského skotu krmili systémem latinského čtverce vždy v periodách po 3 týdnech pěti druhy TMR s různým zastoupením kukuřičné siláže, vojtěškové siláže a slámy. Významné bylo, že nebyly pozorovány žádné významné rozdíly v zastoupení a množství mikrobiální populace mezi různými peNDF v TMR. Různé zastoupení těchto komponentů v TMR sice změnilo peNDF, ale nemělo negativní dopad na mikrobiální populaci v batoru.

Ferraretto a Shaver (2012) zpracovali meta-analýzu k určení účinků obsahu sušiny, zpracování jádra a teoretické délky řezu (TLC) u kukuřičné siláže celých rostlin na příjem, trávení a laktaci u dojníc s použitím souboru dat sestávajícím ze 106 pokusů, popsanych ve 24 recenzovaných člancích. Porovnávali kukuřičné siláže, zpracované řezačkou s různou vzdáleností válců od 1 do 8 mm z hlediska nadrcení zrna a TLC od 4,8 mm po 32,0 mm. Produkce mléka byla u siláže se sušinou nad 40 %, ve srovnání se silážemi o „ideální“ sušině 32-36 %, snížena o 2 kg/ks/d, nižší byla i stravitelnost škrobu. Když byla vzdálenost válců 1 až 3 mm, zvýšila se produkce mléka o 1,8 kg/ks/d, vyšší byla i stravitelnost škrobu ve srovnání se vzdáleností válců 4 až 8 mm. Délka řezanky měla na uvedené ukazatele jen minimální vliv.

Zatímco v některých studiích, zvýšená žvýkací aktivita jako výsledek zvýšeného příjmu peNDF zvýšila pH v batoru a pomohla snížit acidózu (Krause a kol., 2002; Beauchemin a kol., 2006; Yansari a kol., 2004), v jiných studiích zvýšený příjem peNDF žvýkací aktivitu ani pH batoru neovlivnil (Kononoff a Heinrichs, 2003a, 2003b).

Krause a kol. (2002), Kononoff a kol. (2003), Beauchemin a Yang (2005) i Yang a Beauchemin (2007) dospěli k závěru, že účinky obsahu peNDF při žvýkání a funkce batoru dojníc jsou variabilní, protože koncept peNDF nebere v úvahu rozdíly v batorové fermentaci krmiv s různým podílem vláknité složky (píce) k jádru v krmné dávce, což je velmi důležitý faktor pro stav pH v batoru. Navíc do toho může vstupovat podíl krmiv s různým NDF v krmné dávce, či různou délkou částic v krmivu. Protřepáním vzorku se sice získá na každém sítu (pro každou frakci) jedno průměrné číslo, ale směrodatná odchylka mezi měřeními u stejné píce bývá relativně vysoká.

Yang a Beauchemin (2007) tézi velkého významu podílu vláknité složky (píce) k jádru v krmné dávce potvrdili v pokuse s 8 laktujícími dojnícemi s batorovou kanylou. V pokuse v designu latinského čtverce 4×4 s 2×2 faktoriálním uspořádáním měřili příjem krmiv, žvýkací aktivity, fermentační charakteristiky a pH v batoru u dojníc krměných vojtěškovou siláží s krátkou a dlouhou řezankou (TLC 7,9 a 19,1 mm), resp. nízkým a vysokým peNDF_{8,0} (9,6 až 19,8%), resp. nízkým a vysokým peNDF_{1,18} (28,6 až 34 %) a v kombinaci s vyšším, resp. nižším podílem jádra (35:65, resp. 60:40). Získali spoustu výsledků, z nichž bychom chtěli vyzdvihnout průběh pH v batoru v průběhu 24 hodin.

Po celou dobu 24 hodin (samozřejmě s určitými výkyvy) bylo pH u siláží s kratší řezankou zhruba o 0,1 stupně nižší než u dlouhé řezanky, ovšem pH u siláží s vyšším podílem jádra bylo pH nižší o cca 0,2 až 0,5 stupně. Z toho je patrné, že mnohem větší vliv na batorovou fermentaci má poměr jádra k pici, než délka řezanky, resp. peNDF_{8,0}. Efekt „poměr jádra k pici“ byl vysoce průkazný ($P < 0,01$) téměř u všech ukazatelů, včetně produkce mléka a kromě peNDF_{1,18}. Efekt „délky řezanky“ byl průkazný pouze u peNDF_{8,0} a příjmu sušiny. Vyšší hodnoty peNDF_{8,0} pozitivně korelovaly s dobou žvýkání ($r = 0,61$) a průměrnou hodnotou pH batoru ($r = 0,73$). Negativní korelace však byla s dobou, kdy pH bylo nižší než 5,8 nebo 5,5 ($r = -0,46$).

Z předchozí analýzy dostupné literatury je patrné (i přes velké množství vědeckých experimentů), že zatím není jasné, které metody dávají více vypovídající výsledky a nakolik peNDF ovlivňuje u skotu vznik acidózy. Přesto je nutné se zabývat kvalitou mechanického zpracování píce. Přesto je velmi důležité s peNDF pracovat jako s jednoduchou pomůckou, která dává o stavu krmiva a jeho předpokládaných účincích důležitou informaci, využitelnou

v každodenní praxi při přípravě krmné dávky pro vysokoužitkové dojnice. I malé zlepšení může mít pro užitkovost a zdraví zvířat velký význam.

Jednotlivé části krmiva lze podle velikosti nebo hmotnosti oddělit separováním s využitím různých metodik a také podle různých metodik hodnotit. Touto problematikou se zabývá druhá část této metodiky.

Část druhá: Posouzení struktury krmiva

Při posuzování struktury krmiva je nutné si uvědomit, že jeden odběr vzorku nic neřeší, resp. nemůže dát objektivní výsledek. Měl by se udělat průměr nejméně ze třech odběrů (míst). To znamená, že např. z krmného vozu je nutné brát vzorky alespoň na začátku, uprostřed a ke konci zakládání TMR do krmného žlabu.

Pro posouzení struktury krmiva doporučujeme 4 metody:

- **separace nativního vzorku krmiva třepáním na sítě,**
- **separace usušeného vzorku krmiva na sítěch v třepačce,**
- **separace mokrou cestou,**
- **změny konzistence mazovatěním.**

Pro **posouzení separace nativního krmiva třepáním na sítěch** se oddělují jednotlivé frakce podle velikosti částic. Používá se k tomu několik boxů se sítěmi s různě velkými oky a podle zbytku na jednotlivých sítích po protřepání se hodnotí zastoupení jednotlivých frakcí a fyzikálně efektivní vláknina (peNDF). Nejčastěji se používají dvě síta, s oky 19 mm a 8 mm, v poslední době se k tomu přidává síto s oky 4 mm.

Separace usušeného krmiva na sítěch v třepačce se provádí za trochu jiným účelem, než při třepání nativního krmiva. Cílem je zjistit jednak narušení zrna (obsah škrobu u částic menších než 4,75 mm v průměru), jednak celkové rozmělnění vlákniny (peNDF u částic větších než 1,18 mm). Tato separace je známá pod označením „**processing score**“.

Pro **posouzení separace mokrou cestou** se oddělují frakce podle toho, jestli ve vodě plavou (matrace), nebo klesají ke dnu (sedlina), případně i podíl nenarušeného zrna (po následném promytí sedliny). Používají se k tomu různé nádoby a voda. Hlavním cílem je vizuální hodnocení stupně narušení zrna.

Vizuální posouzení změny konzistence mazovatěním se provádí u vedlejších produktů potravinářského průmyslu, především u cukrovarských řízků. Pro hodnocení změny konzistence mazovatěním většinou vizuální posouzení stačí. Dříve se k tomu používal konzistometr, který navrhnul Ing. F. Flám, pracovník VÚŽV, ale postupem času se tato metoda přestala používat, protože lisováním se podstatně zvýšila sušina cukrovarských řízků a k destrukci mazovatěním již tolik nedochází.

Separace nativního krmiva třepáním na sítěch

Jedná se o dnes již všeobecně známou, rozšířenou, levnou a jednoduchou metodu, která se při správném použití může stát dobrým zdrojem informací o krmivech, kvalitě přípravy, kvalitě míchání i o případném přebírání směsné krmné dávky dojnici.

Strukturu TMR (i jednotlivého krmiva) lze posoudit v provozních podmínkách pomocí zařízení Penn State Particle Separator (PSPS). Tímto jednoduchým zařízením lze přispět k vyvarování se rizika výskytu metabolických chorob dojnic (Yang a Beauchemin, 2006).

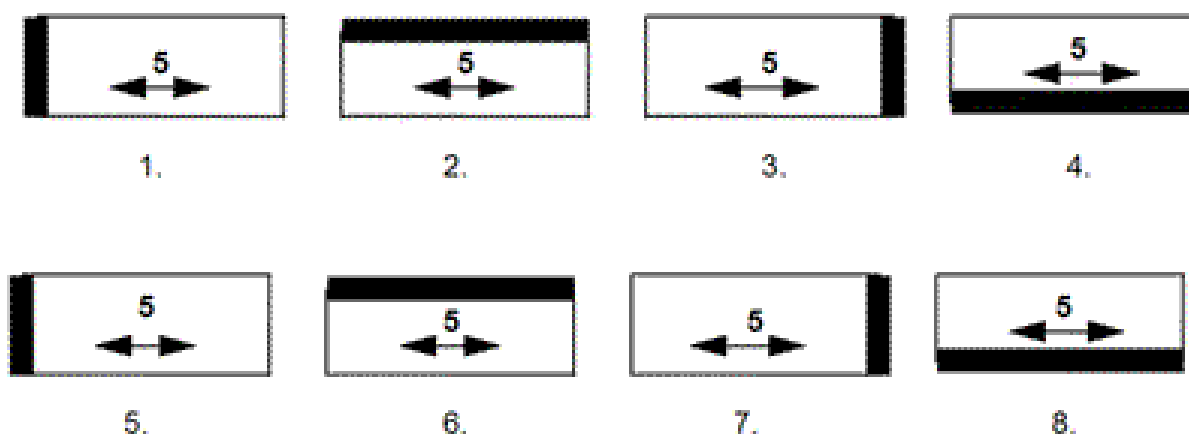
Aby byla metoda standardní, je jí nutné i standardně využívat.

PSPS se skládá z několika (3 až 4) boxů (30 x 30 cm), které do sebe zapadají, tvoří celek. Horní boxy mají síta, dolní box je sběrný. Původní separátor měl dvě síta (8 a 19 mm) a sběrný box dole (Lammers a kol., 1996). Novější PSPS mají síta 3 (3. síto s oky 4 mm, 3 mm

nebo 1,18 mm). Na horní síto (s oky 19 mm) se většinou navažuje 300 g krmiva (resp. cca 100 gramů sušiny), záleží ale na druhu krmiva. V tomto ohledu je důležitější odhad (aby toho nebylo na horním sítu až moc a nebránilo to třepání), než standardní množství.

Počet tahů při ručním (horizontálním) třepání je dán. Je třeba si zajistit dostatek prostoru a rovnou, hladkou plochu stolu. Třepá se podle návodu 40 tahů tam a zpět. Po každých 5 tazích tam a zpět se PSPS pootočí o 90°. Měla by se zachovat stejná frekvence, cca tah a zpět za zhruba 1 vteřinu. Kononoff a kol. (2003c) doporučují frekvenci 1,1 Hz nebo větší (66 cyklů za minutu) s délkou tahu 17 cm. Systém třepání je schematicky znázorněn na obrázku 1, na obrázku 2 a 3 je vidět třepání a jeho výsledek v reálu.

Obr. 1: Schéma třepání čerstvé píce v PSPS



Obr. 2: Třepací box se síty 19 a 8 mm.



Obr. 3: Rozložený třepací box se sítí 19 a 8 mm, včetně materiálu po protřepání



Částice zachycené v PSPS na horním sítu s oky 19 mm představují frakci, která formuje tzv. bachorovou matraci. Této frakce je potřeba jenom tolik, aby byla matrace vytvořena. V matraci se zachycují jemné rozdrobené částice, které by jinak rychle přešly do dalších částí trávicího traktu. Síto s oky 19 mm lze nyní využít také pro hodnocení kukuřičných siláží, sklizených technologií Shredlage (případně podobnou technologií), kde se délka řezanky pohybuje většinou kolem 25 mm a má navíc značně odlišnou strukturu (označuje se „rozvlákněná“), než když se kukuřice sklízí konvenčními řezačkami s corncrackerem, u nichž se délka řezanky většinou pohybuje kolem 10 mm.

Druhá frakce (mezi 19 mm a 8 mm) je lépe fermentovatelná a podporuje růst mikrobů. Podle ní se stanovuje peNDF pro částice větší než 8 mm (násobením s NDF).

Na dně PSPS pak zůstává krmivo s částicemi menšími než 8 mm. Pokud jich je příliš v TMR, lze předpokládat větší riziko acidózy při zkrmování TMR. Pokud jich je příliš v kukuřičné siláži, je třeba do TMR přidat více komponentu s delšími částicemi (senáž, seno, slámu).

Jak již bylo výše uvedeno, v poslední době se používá PSPS se třemi sítí. Síto 4 mm slouží k podrobnějšímu posouzení struktury z hlediska toho, co může projít zaživačím traktem dojnice (částice větší než 4 mm by už projít neměly). Za tím účelem Mertens (2005) doporučuje, aby zastoupení frakcí na PSPS v TMR pro vysokoužitkové dojnice bylo následující:

- 2 až 8 % částic v horním sítu s oky 19 mm,
- 30 až 50 % částic v prostředním sítu s oky 8 mm,
- 10 až 20 % částic na sítu s oky 4 mm,
- ne více než 30 až 40 % částic ve spodním boxu.

Mertens (2005) uvádí, že někdo používá místo síta s oky 4 mm síto s oky 3 mm. Pak samozřejmě když se použije síto s menšími oky, propadne skrz něj méně materiálu. Pokud by bylo použito síto s oky 3 mm, pak by v dolním boxu nemělo být více materiálu než 20 %.

Pro kukuřici jsou uváděny následující doporučené hodnoty:

- 3 až 8 % částic v horním sítu s oky 19 mm,
- 45 až 65 % částic v prostředním sítu s oky 8 mm,
- 20 až 30 % částic na sítu s oky 4 mm,
- ne více než 10 % částic ve spodním boxu.

Pokud by bylo použito síto s oky 3 mm, pak by v dolním boxu nemělo být více materiálu než 5 %.

Mertens (2005) hodnoty pro Shredlage neuvádí, proto uvádíme my průměrné hodnoty, které jsme naměřili v našich pokusech, kde bylo na řezačce nastaveno nařezání kukuřice na délku 25 mm:

- 14 % částic v horním sítu s oky 19 mm,
- 52 % částic v prostředním sítu s oky 8 mm,
- 34 % částic ve spodním boxu.

Úspěšnost použití metody Shredlage je založena i na době sklizně. Je-li sušina rostlin v době sklizně zhruba mezi 30 až 34 %, není problém nastavit řezací ústrojí na 25 mm, pokud je však sušina vyšší, doporučuje se délku řezanky redukovat na 21 mm, hlavně proto, aby nedocházelo v krmném žlabu k třídění zvířaty.

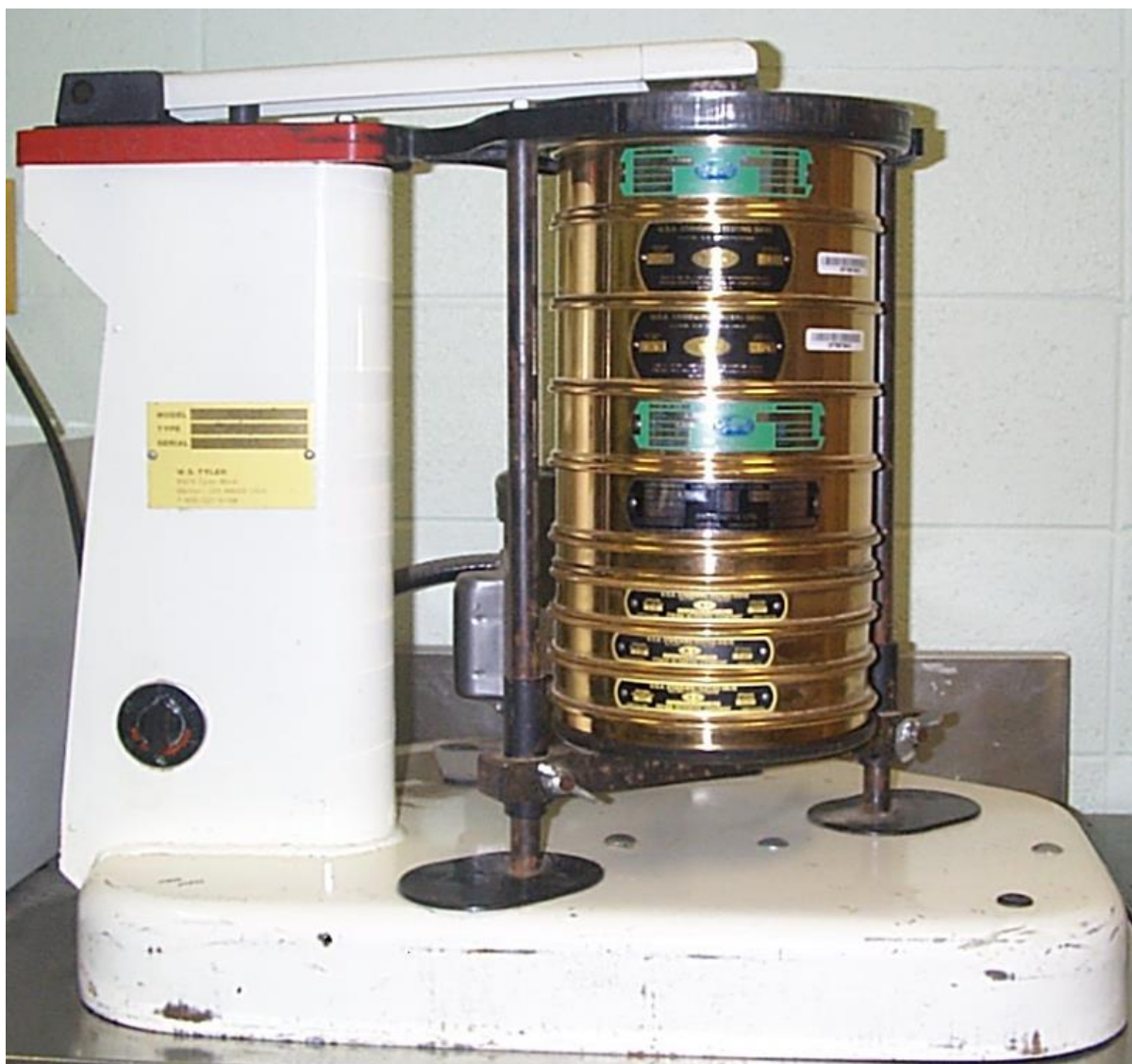
Yang a Beauchemin (2007) a Esmaeili a kol. (2016) použili k hodnocení peNDF také 3 síta, ale spodní síto mělo oka v průměru jen 1,18 mm. Pokud se tedy hodnotí peNDF, je nutné uvádět, o jaké peNDF jde, tedy pokud se vztahuje k sítu 8 mm, pak se uvádí peNDF8,0, pokud k sítu 1,18 mm, uvádí se peNDF1,18. U peNDF1,18 by se navíc mělo uvádět, zda byl použit PSPS s horizontálním třepáním, nebo mechanická třepačka se třepáním vertikálním. Při každém tomto stanovení se dosahují dost odlišné hodnoty.

Např. Yang a Beauchemin (2007) uvádějí pokus, ve kterém měly krmné dávky 9.6 a 19.8 % peNDF8,0 při použití dvou sít PSPS (19 a 8 mm), a zároveň 28.6 to 34.0 % peNDF1,18 při použití tří sít PSPS (19 mm, 8 mm a 1,18 mm). TMR ale testovali v PSPS po usušení 48 h v 55 °C. Esmaeili a kol. (2016) použili také 3 síta (19 mm, 8 mm a 1.18 mm), ale nejprve vzorky zmrazili a po rozmrazení separovali na PSPS se třemi síty při třepání s frekvencí 1,1 tahu za vteřinu podle Kononoffa a kol. (2003c). Většinou se však síto s oky 1,18 mm používá u vzorků po usušení a v mechanické třepačce PSU Shaker (Pennsylvania State University).

Separace usušeného krmiva na sítích v třepačce

Na mechanické třepačce PSU (Obr. 4) se stanovuje **stupeň narušení kukuřičného zrna** (CSPS = Corn Silage Processing Score) jako nástroj pro definici přiměřenosti zpracování jádra sklízecími řezačkami a zároveň i jako nástroj pro odhad stravitelnosti škrobu. „Processing Score“ je definováno jako procento škrobu, které prochází sítím s oky 4,75 mm. Stanovuje se u usušeného vzorku, ovšem s pomalým sušením při 55 až 60 °C, aby se neporušil škrob, ale ani vláknina. Suší se vzorek o objemu zhruba 600 ±100 ml, přičemž se získá asi 100 až 200 g vzorku pro rutinní analýzy. Mertens (2005) doporučuje použít co nejvíce síť (v průměru 9). Je to údajně proto, aby se zabránilo akumulaci a přemostění (ucpání) materiálu na libovolném sítu a zároveň to umožňuje zvolit kratší dobu protřepávání (při malém počtu sít 15 až 20 minut, při velkém pouze 10 minut). Třepe se s frekvencí 150x za minutu. Množství materiálu na jednotlivých sítích se zváží a následně ze síta s oky 4,75 mm a většími se sesypou a rozdrtí, a v takto připraveném vzorku se stanoví obsah škrobu. Jiné metodiky doporučují analyzovat materiál, který propadne sítím s oky pod 4,75 mm.

Obr. 4 Mechanický třepací PSU shaker



Poznámka: V rámci stejného procesu prosévání může být množství materiálu, které prochází sítím o průměru 1,18 mm, použito pro hodnocení NDF, resp. peNDF1,18.

Stanovení CSPS má určité nedostatky, na něž upozorňuje Kononoff a kol. (2003c). U čerstvých vzorků je na sítích mezi vzorky s vysokou a nízkou sušinou rozdíl v zastoupení jednotlivých frakcí minimální. Jakmile se však vzorek usuší na 90 a více %, významně se snižuje podíl frakce nad 19 mm, především při zvýšení frakcí pod 8 mm. Pokud se tedy použije více sít, je nutné přihlídnout k tomu, že dochází k odrolu vzorků a tudíž i k většímu zastoupení menších částic. Z toho důvodu bylo přistoupeno k pomalému sušení při teplotě 55 až 60 °C.

V literatuře se lze setkat i s jiným označením CSPS, např. Kernel Processing Score (KPS), nebo také tzv. fragmentační index (CSFI). V podstatě jde o to samé. Jednoduše řečeno, hodnocení stupně narušení zrna kukuřice je založeno na stanovení procenta škrobu ve frakci částic menších než 4,75 mm z celkového obsahu škrobu ve vzorku celých rostlin kukuřice. Pouze zrno (a ne další části rostliny) totiž obsahuje škrob. Jestliže tedy zrno propadne sítím o velikosti ok 4,75 mm, lze říci, že je mechanicky narušené. Větší zrno zůstává na sítu. Lze to vnímat i tak, že pokud zbytek zrna propadne 4,75 mm sítím, můžeme považovat jeho

zpracování za přiměřené (Ferreira a Mertens, 2005). CSPS, KPS, neboli CSFI se vypočítá následovně:

CSPS = 100 x [(obsah škrobu ve vzorku) – (podíl částic na sítích nad 4,75 mm) x (obsah škrobu v částicích nad 4,75 mm) / (obsah škrobu ve vzorku)].

Legenda ke vzorci: CSPS, obsah škrobu i podíl částic na sítích se uvádějí v %.

Běžnější ale je, že CSPS značí podíl obsahu škrobu v materiálu, který propadne sítem o velikosti ok 4,75 mm k obsahu škrobu ve vzorku celkem. Na základě posouzení nárůstu užitkovosti i ekonomického efektu vztah energie v krmivu (dostupný škrob v zru) k výkonu (tedy k produkci mléka nebo masa) Mertens (2005) nastínil jako cíl:

- | | |
|----------------------------|----------------------|
| • CSPS více než 70 procent | = cíl |
| • CSPS 50 až 70 procent | = adekvátní výsledek |
| • CSPS méně než 50 procent | = špatný výsledek. |

Při optimálním CSPS nad 69 % lze předpokládat i vysokou degradabilitu škrobu (86-98 %), při běžném nadrcení zrna 81-98 % a při špatném nadrcení 76-98 %. Nutno však poznamenat, že v roce 2006 zjistili v americké laboratoři CVAS z celkových 551 analýz pouze 7 % těch, které splnilo cíl a 47 % mělo výsledek špatný, tedy CSPS menší než 50 % (což je spojeno s nižší degradabilitou škrobu). U kukuřice sklizené metodou Shredlage (resp. podobnými metodami na podobném principu) je CSPS údajně vždy vyšší než 66 %. Proto se v praxi začala metoda Shredlage více uplatňovat.

Proč se ale CSPS stanovuje, když jde vlastně o vybavení a nastavení řezaček? Každý rok se tvrdost kukuřičného zrna značně liší díky rozdílným pěstitelským podmínkám a vegetačnímu období. Rozdíly jsou i mezi hybridy a dle toho se liší i intenzita „rozbití“ zrna. Čím je zrno méně narušené, tak úměrně klesá i jeho využitelnost. CSPS lze hodnotit u kukuřice již během sklizně a silážování a naplánovat tak opatření, vedoucí k lepšímu výkonu zvířat. Hodnocení CSPS u siláže je důležité z hlediska sestavování krmných dávek a metod zpracování siláže.

Ferreira a Mertens (2005) popsali pozitivní vztah mezi CSPS a bachorovým trávením. Měření CSPS je v USA standardem pro hodnocení práce řezačky při sklizni kukuřice.

Stanovení peNDF1,18

Měření menších částic než 4,75 mm (tedy 1,18 mm) je užitečné pro pochopení účinků velikosti částic na fermentaci v bachoru a další pasáže tráveniny. Pro hodnocení krmiva zavedli Poppi a kol. (1980) pojem Modulus of fineness (MF). Podle nich velikost částic 1,18 mm je kritická pro retenci (udržení) krmiva v čepci (reticulus). Z čepce do knihy prochází maximálně 1-3 % částic větších než 1,18 mm. Z toho vyplývá, že pokud má krmivo projít do dalších částí trávicího traktu, jeho délka musí být menší než 1,18 mm. Na druhé straně, pokud jsou částice menší než 1,18 mm, mají tendenci z bachoru co nejrychleji odcházet a tak nemusejí být plně využity mikroorganismy, které v bachoru jsou.

Protože částice 1,18 jsou velmi malé a nemusely by sítem při běžném třepání projít, používá se výhradně vertikální PSU Shaker (Pennsylvania State University), který zajistí standardní třepání s využitím elektrického pohonu. U doporučeného modelu RX-24 (W. S. Tyler Inc., Mentor, OH) trvá třepání 20 minut. Aby se v předžaludcích strávilo co nejvíce živin, nemělo by po protřepání zůstat pod sítem o velikost ok 1,18 mm více než 5 % krmiva.

Mertens (2005) zavedl hodnocení peNDF a pef i u materiálu, který propadne sítem s oky 1,18 mm. K tomu definoval rovnice pro distribuci přes NDF následovně:

peNDF_{1,18} = (obsah NDF ve vzorku) – (podíl frakce částic, které projdou sítím s oky 1,18 mm) × (obsah NDF ve frakci částic, které projdou sítím s oky 1,18 mm)

pef = 100 x (obsah NDF ve vzorku) – (frakce částic, které projdou sítím s oky 1,18 mm) × (obsah NDF ve frakci částic, které projdou sítím s oky 1,18 mm) / (obsah NDF ve vzorku)

Legenda ke vzorci: obsah NDF i podíl částic na sítích se uvádějí v %, NDF u kukuřice by mělo být stanoveno jako aNDF, tedy s amylázou, např. podle ČSN EN ISO 16472, nebo Van Soest a kol., 1991. Hodnoty pef se pohybují od 0 do 1 (představuje stimulaci přezvykování od nuly po 100 %).

Lze předpokládat, že na narušení zrna v kukuřičné siláži má určitý vliv také sušina. Je zajímavé, že výsledky při distribuci přes NDF i přes sušinu bývají velmi podobné. Množství odchylek vysvětlených rozdíly v sušině je pouze 3%. Rovnice pro peNDF při distribuci přes sušinu je:

peNDF_{1,18} = (obsah NDF ve vzorku) x (podíl frakce sušiny, která projde sítím 1,18 mm).

Legenda ke vzorci: obsah NDF i podíl sušiny se uvádějí v %

Posouzení separace mokrou cestou

Podíl matrace a sedliny

Metoda separace mokrou cestou je nová. K jejímu vývoji jsme dospěli, když jsme chtěli stanovit, jaký podíl krmiva tvoří v bachoru tzv. matraci (plave) a jaký podíl klesne ke dnu bachoru (sedne). Ke změření těchto podílů jsme využili nejprve 5 litrové průhledné skleněné lahve. Výšku matrace a výšku sedliny jsme měřili pravítkem. Nyní krmivo dáváme do kalibrované 5 litrové průhledné umělohmotné nádoby. Výška matrace a sedliny se tak jednoduše odečte na stupnici. U této metody záleží nejen na navážce krmiva (zvolili jsme 300 g), ale také na tom, že se po vložení zamíchá a pak jak dlouho se čeká, než se výška matrace a sedliny změní. Po zamíchání se totiž voda zakalí a změření výšky matrace a sedliny je téměř nemožné. Zkoušeli jsme měřit po jedné hodině, po dvou hodinách a po 24 hodinách. Při každém dalším měření bylo změřeno více sedliny, ale navýšení klesalo s dobou měření – viz graf 2. Vzhledem k tomu, že pro praxi je důležité znát výsledek velmi brzy, ale měl by být stabilní, dospěli jsme k názoru, že pro hodnocení stačí výšku matrace a sedliny změřit za dvě hodiny. Prodlení změny výšky matrace jen minimálně. Za 24 hodin se zvýší sedlina jen cca o 20 %.

Obr. 5 Ukázka separace mokrou cestou s využitím lahví od okurek



Obr. 6 Separace mokrou cestou s využitím nádoby s kalibrací na 5 litrů



Vymývací test zrna

Tento test, doporučený k používání v provozu přímo na farmě je rychlý a jednoduchý, ale není kvantitativní. Řezanku kukuřice z několika míst dejte do kbelíku zhruba napůl plného vody. Listy, části stonku, případně většina budou plavat na vrcholu vody, zrno a větší části většina budou klesat ke dnu. Plavající část odeberte rukou a vodu vylíjte. Sedlinu nasypejte do kuchyňského síta a trochu protřepejte. Na sítu tak zůstane zrno, které vizuálně posoudíte podle toho, jak je narušené. Doporučujeme každý výsledek popsat a zdokumentovat vyfocením. Fotografie je pak možné porovnávat mezi sebou. Test je doporučeno dělat krátce po zahájení sklizně v daném dni, případně i během dne, pokud je zaznamenána nějaká změna (např. přejezd na jiné pole, jiný hybrid, problémy na silážním žlabu).

Obr. 7 Postup práce při vymývacím testu



Figure 1. Chopped whole-plant corn placed into water.



Figure 2. Gently agitating material to help the kernels sink to the bottom of the container.



Figure 3. Skimming and removing the floating st



Figure 4. Carefully draining the water so only the kernels remain in the container.



Figure 5. Example of separated stover and kernel fractions using the water separation technique.

Legenda k obrázkům 7: Foto 1. Řezanka kukuřice ve vodě. Foto 2. Jemně promíchávejte materiál, aby pomáhal zrnkům klesat na dno nádoby. Foto 3. Vyzvednutí a odstranění plovoucích částic. Foto 4. Opatrné vylití vody z kontejneru tak, aby v něm zůstalo zrno. Foto 5. Příklad separace frakce řezanky stonků a frakce zrna při použití technikou separace vodní cestou.

Posouzení změny konzistence mazovatěním

Konzistence mazovatění u vedlejších produktů potravinářského průmyslu se může posuzovat dvěma způsoby:

- vizuálně,
- pomocí konzistometru.

Vizuálně se změna konzistence pozná podle toho, že „materiál“ začíná slizovatět, či mazovatět a s postupem doby stále více rozbředává, případně se na něm vytvoří plíseň. **Nevhodné jsou jakékoliv známky změny konzistence.** Proto ani měření, které se provádělo pomocí konzistometru v osmdesátých letech minulého století není nutné. Kvalita produktů potravinářského průmyslu je podstatně vyšší než v popsanych letech. Především se zvýšila sušina. Diametrálně se také změnila technologie dopravy a skladování těchto materiálů. Z podniků potravinářského průmyslu se odvázejí velkokapacitními dopravními prostředky čerstvé a ještě horké. Nestačí se tak kontaminovat nevhodnými mikroorganismy a nestačí se v nich rozběhnout proces kažení, charakteristický právě tou změnou konzistence mazovatěním.

Konzistometr, používaný v osmdesátých letech minulého století spočíval v tom, že se do speciální kalibrované nádoby navážilo standardní množství cukrovarských řízků, které se zmáčkly určitou silou a ponechaly několik dnů. Měřilo se množství vytěsněné a dále uvolněné tekutiny.

Část třetí: Výsledky našich pokusů interpretující využití návrhů v praxi

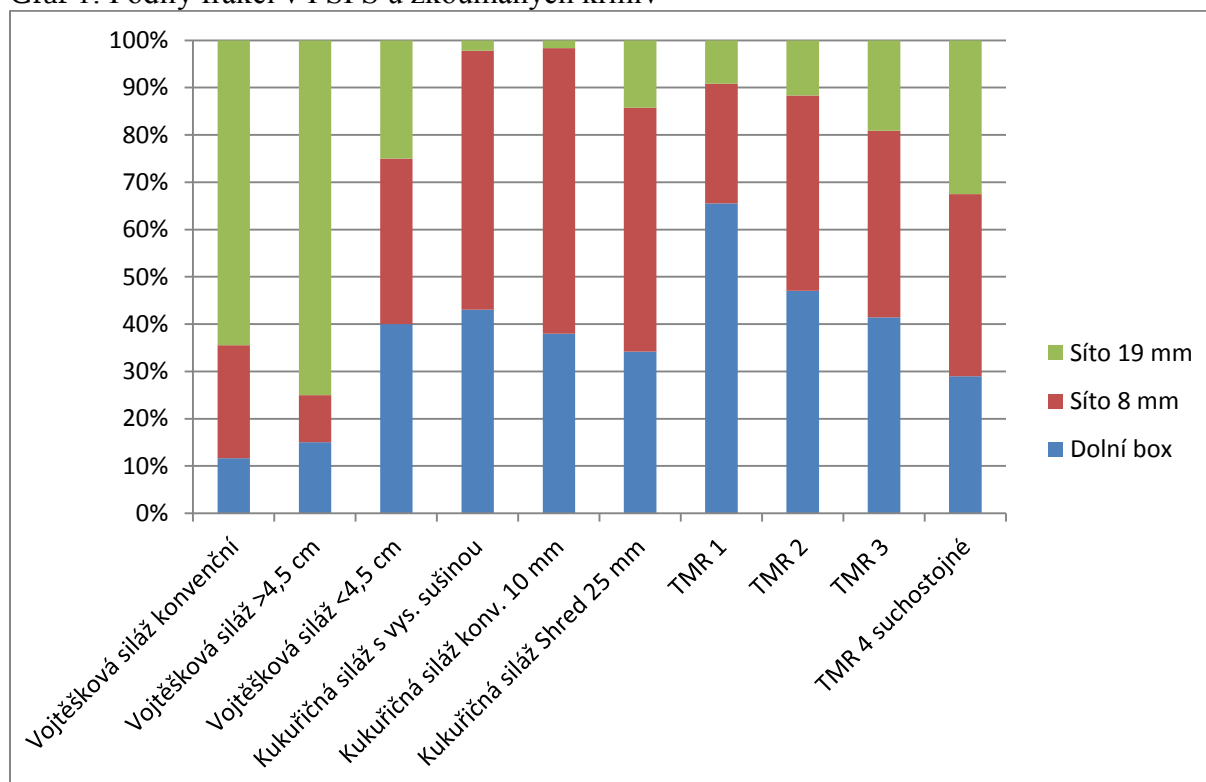
Separace na sítích

Pro ověření metod doporučovaných v literatuře jsme zvolili separátor PSPS se sítí 19 a 8 mm a metodu podle Kononoffa a kol. (2003), kteří doporučují frekvenci třepání zhruba 66 cyklů (tah tam a zpět) za minutu, s délkou tahu cca 17 cm. Měřili jsme čerstvou řezanku a siláže. Naměřené hodnoty (hmotnost zbytku na jednotlivých sítích a v dolním boxu) jsme porovnávali v čerstvém a v suchém stavu (po usušení zbytků na sítích a následným zvážením).

Zjistili jsme, že rozdíly mezi délkou řezanky u čerstvé hmoty a u siláže nejsou významné, stejně tomu tak bylo u rozdílů mezi zbytky na sítích zvážených jako čerstvé nebo po usušení. Dospěli jsme k názoru, že není třeba jednotlivé frakce vzorků následně sušit a tak jsme jako standard zvolili výsledek po separaci čerstvého materiálu.

Měření jsme uskutečnili v pokusech se silážemi vojtěškovými, kukuřičnými i u TMR. V grafu 1 jsou uvedeny podíly frakcí 19 mm, 8 mm a dolní box pro všechny pokusy, tedy pro vojtěškové a kukuřičné siláže i pro TMR.

Graf 1: Podíly frakcí v PSPS u zkoumaných krmiv



Pokus s vojtěškovou siláží byl založen při dvou teoretických délkách řezanky (TLC), K s délkou částic pod 4,5 cm, D s délkou částic vyšší než 4,5 cm (při nastavení řezačky s redukováným počtem nožů). Siláže byly konzervovány vybranými konzervanty a uloženy v perforovaných pytlích přímo do silážované hmoty. V průměru bylo u řezanky D vojtěšky s delší TLC zjištěno v separátoru na horním síti cca 75 % hmoty, zatímco pod dolním 8 mm sítem cca 15 %. U řezanky K s nízkým TLC bylo na horním 19 mm sítu cca 25 % hmoty, zatímco pod dolním 8 mm sítem cca 40 %.

U TMR použité k pokusům s RF zůstalo pod dolním 8 mm sítem cca 65 % hmoty, což lze již z hlediska struktury považovat za rizikové z pohledu potenciální acidózy. Ukázalo se, že měření skutečné délky řezanky na sítích je mnohem důležitější než nastavení řezanky a odhad tzv. teoretické délky řezanky (TLC). Obě hodnoty se mohou i výrazně lišit. TLC se vyjadřuje jedním číslem, kdežto u použití tří boxů přístroje PSPS se třepáním oddělí 3 frakce. Při každém dalším přidání síti se počet posuzovaných frakcí o jednu zvýší.

V pokuse s kukuřičnými silážemi jsme porovnávali siláž s vysokou sušinou (TLC 10 mm), s konvenční sušinou (TLC 10 mm) a dále siláž tzv. Shredlage s konvenční sušinou (TLC 25 mm). U kukuřičných siláží byly ve srovnání s těmi vojtěškovými rozdíly minimální, a to i mezi výsledky z technologie Shredlage a z konvenční sklizně.

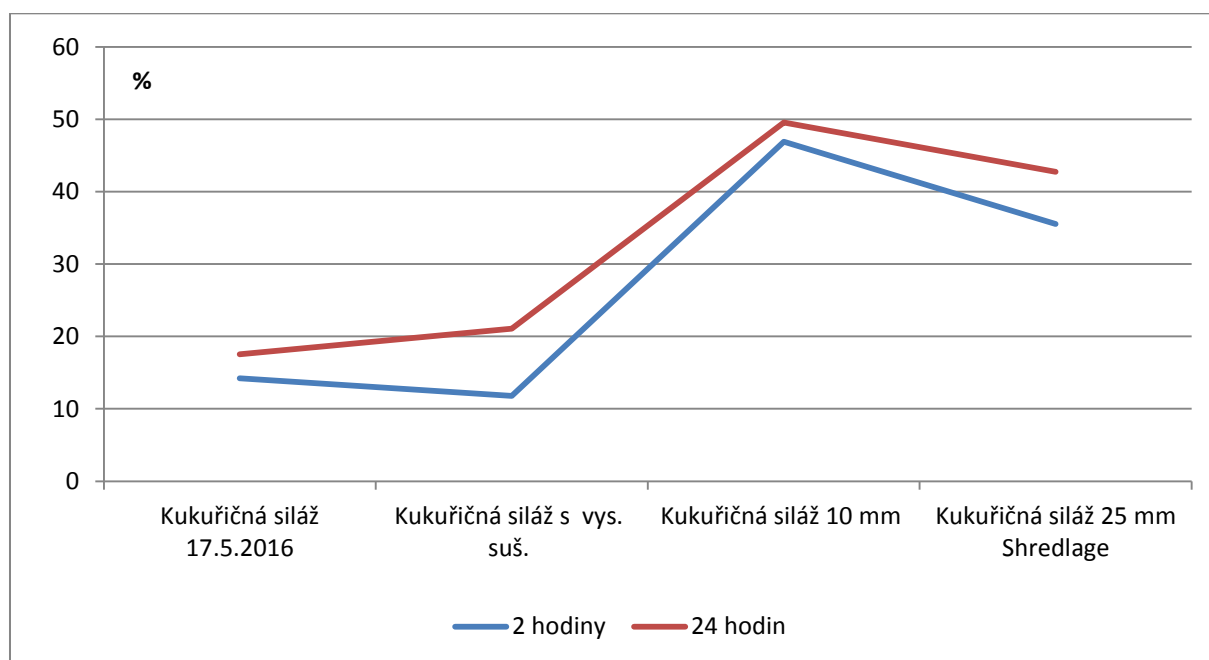
U TMR byly rozdíly v zastoupení jádra, krmných produktů potravinářského průmyslu a nařezané slámy na velikost 2 cm. S postupující dobou laktace (TMR 1 až TMR 4) se podíl jádra a energetických složek TMR snižoval a úměrně narůstal podíl frakce na sítu 19 mm. U TMR pro suchostojné dojnice již je jasně patrný nízký podíl jaderné složky, resp. složky nestrukturální.

Separace mokrou cestou

Při ověřování návrhů jak postupovat jsme do 5 litrové nádoby navažovali 200 g, 300 g a 400 g siláže, přičemž nejlépe se osvědčilo množství 300 g. K dolití na rysku 5 litrů vždy stačilo 4,5

litru vody. Následně jsme ověřovali dobu stanovení. Zpočátku jsme zvolili 1 hod., 3 hod., 18 hod. a 24 hod., následně jsme přešli na 1 hod., 2 hod. a 24 hodin. Ukázalo se, že u kukuřičných siláží se stabilní výsledky dosahují již při měření po 2 hodinách. Proto jsme i tuto dobu pro měření doporučili. Po 24 hodinách se zvýšil podíl sedliny o cca 20 %. Některé výsledky uvádíme v grafu 2. Jedna siláž je z odběru v roce 2016, ostatní z odběru v roce 2017. Po 24 hodinách se ve srovnání s měřením po dvou hodinách podíl sedliny sice vždy zvýšil, ale rozdíl byl pouze od dvou do pěti procent.

Graf 2: Podíl sedliny měřený po dvou a 24 hodinách u čtyř různých kukuřičných siláží

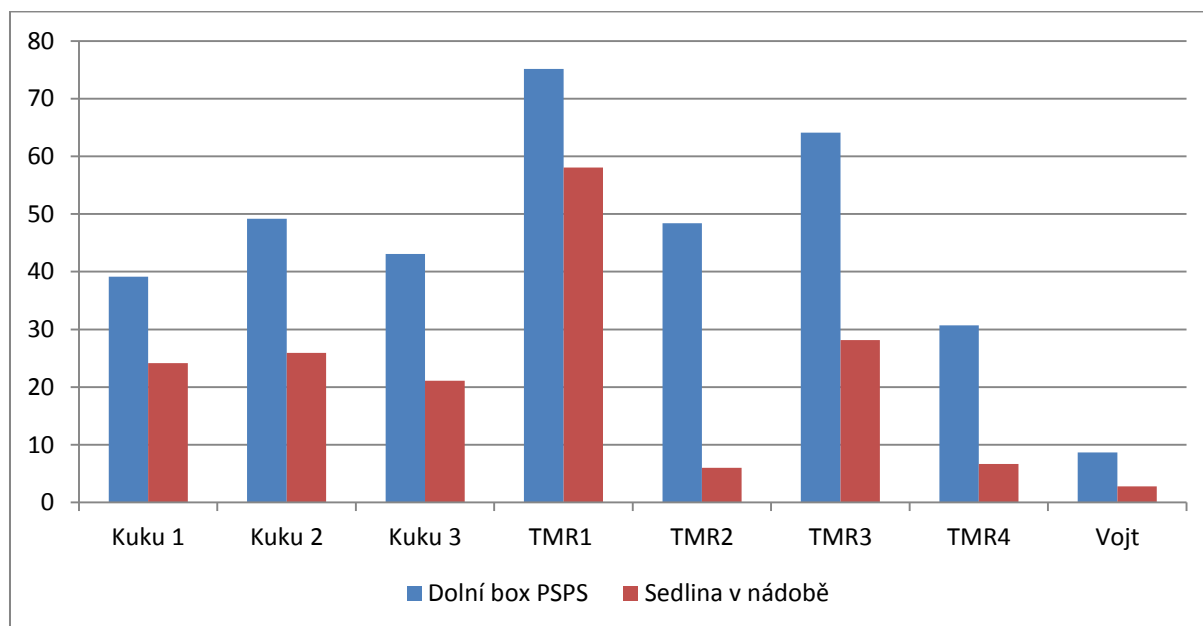


U kukuřičné siláže s vyšší sušinou a siláže s delší řezankou po sklizni metodou Shredlage byl rozdíl mezi sedlinou po dvou a po 24 hodinách vyšší než u konvenčních siláží.

Porovnání separace

Při porovnávání separace v PSPS a ve vodě jsme vycházeli z předpokladu, že existuje vztah mezi tím, co při separaci nativního krmiva v PSPS zbyde v dolním boxu po propadu sítem s oky 8 mm a co při mokré separaci klesne ke dnu. U mokré separace jsme odečetli množství sedliny po 24 hodinách. Výsledkem je poměrně těsný vztah ($r = 0,82$, $P < 0,05$), který je patrný i z grafu 3.

Graf 3: Porovnání separace krmiv, resp. zbytku v dolním boxu PSPS a sedliny z krmiva v nádobě s vodou



III. Srovnání novosti postupů

Pro stanovení a hodnocení efektivní vlákniny krmiv, resp. strukturálnosti krmiv pro přežvýkavce sice existuje několik metod, ale metody se někdy vzájemně liší v detailech, nebo se pro stanovení používají různá zařízení. Cílem je doporučit metody, které se v literatuře citují nejčastěji, případně stanovit standard pro metody, které v literatuře popsány nejsou, nebo jsou popsány nedostatečně. Obdobné je to s hodnocením výsledků.

Metoda separace krmiv v PSPS není nová, ve světě se používá od devadesátých let minulého století (Lammers a kol., 1996). Bohužel, v ČR zatím není příliš rozšířená. Přitom jde o velice jednoduchou metodu, ke které lze použít levné zařízení (PSPS). Vůbec není třeba kupovat drahý separátor (PSU Shaker) s mnoha síty, protože síta 19 a 8 mm plně postačí pro odhad peNDF, které indikuje vznik acidózy (Beauchemin and Yang, 2005). Naším příspěvkem v této oblasti je experimentální potvrzení, že je velmi účelné metodu využívat pro odhad peNDF (Loučka a kol., 2015, 2016, 2017). Síto s oky 4,75 mm lze použít pro hodnocení stupně nadrcení zrna a síto s oky 1,18 mm za účelem zjištění, zda krmivo není až moc rozmělněné.

Metoda separace krmiv mokrou cestou je relativně nová. V zahraničí a možná i v ČR se sice používalo namočení krmiva do vody, ale bez toho, aby se měřila výška matrace nebo sedliny. Nebylo ani stanoveno v jak velké nádobě by se mělo toto stanovení dělat. Někdo používá nádobu o objemu 1 litr, jiný 5 litrů. Pouze se z vody odstranilo to, co plavalo a pak se po odlití vody vizuálně posoudila sedlina, případně se ještě „odřýžovalo“ zrno. Šlo při tom hlavně v podstatě o to posoudit množství a složení sedliny, resp. zrna (jeho narušení) v ní, u dvou či více krmiv mezi sebou. Měření procentického podílu matrace a sedliny dává představu o tom, jaké poměry nastanou v bachoru po zkrmení dané TMR. Výška matrace ukazuje jednak na to, jak dlouho a intenzivně bude muset zvíře přežvykovat, aby plavající „delší“ částice dostatečně rozmělnila, jednak také kolik drobných částic může v bachorové matraci „uvíznout“ a tedy zůstat déle v bachoru, aby byly k „dispozici“ jako „potrava“

bachorovým mikroorganismům (bakteriím a nálevníkům). Hlavním cílem mokré separace je ale posoudit stupeň narušení zrna.

V posouzení konzistence vedlejších produktů potravinářského průmyslu je nové to, že se již neměří konzistence, ale pouze se vizuálně posoudí známky mazovatění, což je již indikátorem kažení, resp. rozkladu pektinu.

Metodika je nová i v tom, že jednotlivá krmiva i směsné krmné dávky (TMR) doporučuje hodnotit i z pohledu struktury vlákniny, resp. fyzikálně efektivní vlákniny (peNDF), což např. v katalogu krmiv (Zeman a kol., 1995) nebylo.

IV. Popis uplatnění Certifikované metodiky

Metodika může být uplatňována jak ve výzkumu, tak v poradenství, výuce na školách, ale především v zemědělské praxi, kde může odpovědný pracovník (zootechnik, agronom) efektivně vyhodnotit daný stav, predikovat výsledek a operativně udělat patřičné kroky k nápravě při výrobě siláží či přípravě TMR. V rozhodovacím procesu jak silážovat, jaký stroj koupit, jak ho používat i co a jak zvířatům krmit je informace o struktuře krmiva z hlediska využití živin a dobrého zdravotního stavu skotu (nejen dojníc) velmi důležitá.

Podle zkušeností v terénu se při užívání PSPS často dost liší, nedodržuje se doporučená standardní metoda. Ona vlastně ani standardní metoda neexistuje, protože v literatuře je většinou pouze popis jak posouzení struktury krmiva na daném pracovišti dělají. V důsledku toho se často mezi jednotlivými uživateli liší i účinnost separace. Upozorňují na to např. Kononoff a kol. (2003). Proto doporučujeme, aby měření na farmě či v laboratoři prováděl jeden člověk, který bude dodržovat stejný postup i frekvenci třepání. Proto doporučujeme nejčastěji používané postupy a měřicí zařízení.

V. Ekonomické aspekty

Sledování stupně zpracování řezanky silážovaných krmiv má velký význam, zatím v praxi málo docenovaný. Přitom metody zjišťování sušiny, délky řezanky, fyzikálně efektivní vlákniny, stupně nadrcení zrna, či stupně celkového nadrcení krmné dávky jsou velmi jednoduché a levné. S jejich využitím se dá zvýšit rentabilita plynoucí z vyšší produkce mléka či masa a předejít metabolickým poruchám u zvířat a tak jim zajistit pohodu a udržet jejich zdraví a z toho plynoucí dlouhověkost.

Podle meta-analýzy, kterou zpracovali Ferraretto a Shaver (2012), lze silážování při „ideální“ sušině 32-36 %, získat u dojnice o 2 l/den více mléka než když se silážuje při sušině 40 a více %. Téměř stejně velké navýšení užitkovosti (o 1,8 l/den) bylo prokázáno, když byla na řezačce nastavena vzdálenost mezi drtícími válci 1 až 3 mm, oproti vzdálenosti 4 až 8 mm.

Podle jiné meta-analýzy, kterou zpracovali Krämer-Schmid a kol. (2016) se údajně při zvýšení koeficientu stravitelnosti NDF silážní kukuřice o 1 % zvýší denní produkce mléka o 0,082 l ($P = 0,04$) a denní přírůstek hmotnosti o 12 g ($P = 0,03$). Obba a Alen (1999) uvádějí ještě vyšší čísla. Podle nich zvýšení koeficientu stravitelnosti NDF o 1 % zvýší denní produkce mléka (FCM) o 0,25 l/den, nebo denní přírůstek hmotnosti o 27 g/d, nebo denní příjem krmiva o 0,17 kg,

Každý farmář si pak může lehce vypočítat, jak se zvýší rentabilita jeho chovu skotu, v případě stanovení a hodnocení efektivní vlákniny použitím metod separace krmiv či TMR. S využitím metodiky výpočtu Ferraretto a Shaver (2012) by dodržení požadovaných parametrů znamenalo zvýšení užitkovosti o 1,8 kg mléka na dojnici a den, což při průměrné ceně 8,50 Kč za litr v běžném zemědělském podniku s jedním tisícem dojníc představuje přínos za rok 5 584 500 Kč ($1,8 \times 8,50 \times 365 \times 1000$). Obdobný výsledek ve výši 5 429 může být dosažen

při použití metodiky Oba a Alen (1999), pokud by se stravitelnost NDF zvýšila o cca 7,2 % ($0,25 \times 7 \times 8,50 \times 365 \times 1000$).

V případě využití této metodiky u 10 % dojnic chovaných v současné době v České republice se jedná o přínos do sektoru produkce mléka ve výši přes 200 mil. Kč.

VI. Závěr

Pro posouzení struktury a fyzikálně efektivní vlákniny (peNDF) nativního či usušeného krmiva doporučujeme oddělit horizontálním, resp. vertikálním třepáním na několika sítích (19 mm, 8 mm, 4 mm, případně i 1,18 mm) frakce různě velkých částic. Stupeň narušení kukuřičného zrna v siláži (CSPS) doporučujeme hodnotit na základě stanovení škrobu ve zbytku krmiva, které prochází sítím s oky 4,75 mm, případně vizuálním posouzením zrna (stupně jeho narušení) po separaci mokrou cestou ve vodě. U krmných produktů potravinářského průmyslu doporučujeme vizuální posouzení jejich zmazovatění.

VII. Seznam použité literatury

- BEAUCHEMIN, K.A., YANG, W.Z. 2005 Effects of physically effective fiber on intake, chewing activity, and ruminal acidosis for dairy cows fed diets based on corn silage. *Journal of Dairy Science*, 88(6), 2117-2129.
- BEAUCHEMIN, K.A., YANG, W.Z., PENNER, G. 2006 Ruminal acidosis in dairy cows: Balancing effective fiber with starch availability. In *Proc. of the 41st Annual Pacific Northwest Animal Nutrition Conference*, Vancouver, BC, 5-17.
- BERZAGHI, P.Y. MERTENS, D.R. 2004 Effect of peNDF and starch source on digestibility and ruminal pH and turnover in dairy cows. In: *Journal of Animal Science*. 1111 North dunlap ave, savoy, IL 61874 USA: Amer soc animal science, 462-462.
- ESMAEILI, M. KHORVASH, M., GHORBANI, G.R., NASROLLAHI, S.M. 2016 Variation of TMR particle size and physical characteristics in commercial Iranian Holstein dairies and effects on eating behaviour, chewing activity, and milk production. *Livestock Science*, 191, 22-28.
- FERREIRA, G., MERTENS, D. R. 2005 Chemical and physical characteristics of corn silages and their effects on in vitro disappearance. *Journal of Dairy Science*, 88(12), 4414-4425.
- FERRARETTO, L.F., SHAVER, R.D. 2012. Meta-analysis: Effect of corn silage harvest practices on intake, digestion, and milk production by dairy cows. *The Professional Animal Scientist*, 28(2), 141-149.
- KONONOFF, P.J., HEINRICHS, A.J. 2003a. The effect of reducing alfalfa haylage particle size on cows in early lactation. *J Journal of Dairy Science*. 86, 1445–1457.
- KONONOFF, P.J., HEINRICHS, A.J. 2003b The effect of corn silage particle size and cottonseed hulls on cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*. 86, 2438–2451.
- KONONOFF, P.J., HEINRICHS, A.J., BUCKMASTER, D.R. 2003 Modification of the Penn State forage and total mixed ration particle separator and the effects of moisture content on its measurements. *Journal of Dairy Science*, 86(5), 1858-1863.
- KRAMER-SCHMID, M., LUND, P., WEISBJERG, M.R. 2016 Importance of NDF digestibility of whole crop maize silage for dry matter intake and milk production in dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, 219, 68-76.
- KRAUSE, K.M., COMBS, D.K., BEAUCHEMIN, K.A. 2002 Effects of forage particle size and grain fermentability in midlactation cows. II. Ruminal pH and chewing activity. . *Journal of Dairy Science*. 85, 1947–1957.
- LAMMERS, B.P., BUCKMASTER, D.R., HEINRICHS, A.J. 1996 A simple method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. *Journal of Dairy Science*. 79, 922–928.

- MERTENS, D.R. 2000 Physically effective NDF and its use in dairy rations explored. *Feedstuffs* April. 10, 11-14.
- MERTENS, D. R. 2005 Particle size, fragmentation index, and effective fiber: Tools for evaluating the physical attributes of corn silages. In *Proc. Four-State Dairy Nutr. & Mgmt. Conf. MWPS-4SD18*. Dubuque, IA, 211-220.
- OBA M., ALLEN M.S. 1999 Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 82(3), 589-596.
- OH, M.R., HONG, H., LI, H.L., JEON, B.T., CHOI, C.H., DING, Y.L., MOON, S.H. 2016 Effects of Physically Effective Neutral Detergent Fiber Content on Intake, Digestibility, and Chewing Activity in Fattening Heifer Fed Total Mixed Ration. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 29(12), 1719.
- PLAIZIER, J.C. 2004 Replacing Chopped Alfalfa Hay with Alfalfa Silage in Barley Grain and Alfalfa-Based Total Mixed Rations for Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. 87, 2495–2505.
- POPPI, D.P., NORTON, B.W., MINSON, D.J., HENDRICKSEN, R.E. 1980 The validity of the critical size theory for particles leaving the rumen. *Journal of Agricultural Science*, 94(2), 275-280.
- SHAW, C.N., KIM, M., EASTRIDGE, M.L., YU, Z. 2016 Effects of different sources of physically effective fiber on rumen microbial populations. *Animal*, 10(3), 410-417.
- VALENTE, T.N.P., SAMPAIO, C.B., LIMA, E.S., DEMINICIS, B.B., CEZÁRIO, A.S., SANTOS, W.B.R. 2017 Aspects of acidosis in ruminants with a focus on nutrition: A review. *Journal of Agricultural Science*, 9(3), 90-97.
- Van SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A. 1991 Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74, 3583–3597.
- YANG, W.Z., BEAUCHEMIN, K.A. 2006 Physically effective fiber: method of determination and effects on chewing, ruminal acidosis, and digestion by dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 89(7), 2618-2633.
- YANG, W.Z., BEAUCHEMIN, K.A. 2007 Altering physically effective fiber intake through forage proportion and particle length: Chewing and ruminal pH. *Journal of Dairy Science*, 90(6), 2826-2838.
- YANSARI, A.T., VALIZADEH, R., NASERIAN, A., CHRISTENSEN, D.A., YU, P., SHAHROODI, F.E. 2004 Effects of alfalfa particle size and specific gravity on chewing activity, digestibility, and performance of Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 87, 3912-3924.
- WANG, H.R., CHEN, Q., CHEN, L.M., GE, R.F., WANG, M.Z., YU, L.H., ZHANG, J. 2017 Effects of dietary physically effective neutral detergent fiber content on the feeding behavior, digestibility, and growth of 8-to 10-month-old Holstein replacement heifers. *Journal of Dairy Science* 100, 2, 1161-1169.
- ZEMAN a kolektiv 1995 Katalog krmiv. VÚVZ Pohořelice, 465s.
- ZEMAN a kolektiv 2006 Výživa a krmení hospodářských zvířat, 1.vydání, Profi Press, 360s.

VIII. Seznam publikací, které předcházely metodice

(všechny s dedikací na projekt NAZV QJ1510391)

- LOUČKA, R. 2015 Bolusy snižují frekvenci metabolických poruch skotu. *Náš chov*, 75, 5, 26-27.
- LOUČKA, R. 2015 Trendy ve výživě hospodářských zvířat. Vývoj v oboru se určitě nezastavil. *Zemědělec, Téma týdne* 27, 14-17.

- LOUČKA, R. a TYROLOVÁ Y. 2015 Changes in nutritional values storing of wet brewers grains. In: Proc. Research in pig breeding. Workshop, 21.10.2015, Kostelec nad Orlicí – Vrbice: s. 25.
- LOUČKA, R., HOMOLKA, P., JANČÍK, F., KUBELKOVÁ, P., TYROLOVÁ, Y., VÝBORNÁ, A. 2016 Kvalita vojtěškové siláže konzervované různými aditivy. Úroda, vědecká příloha časopisu., 12, 497-501.
- LOUČKA, R., HOMOLKA, P., JANČÍK, F., KUBELKOVÁ, P., TYROLOVÁ, Y., VÝBORNÁ, A., ILLEK, J., JAMBOR, V., TAKAHASHI, J., OKAMOTO, M. 2016 Risks of Feeding Silages with Low Physically Effective Neutral Detergent Fibre. 17th International conference Forage Conservation. 27-29.9.2016. Slovensko, NAFC Nitra, 149-150.
- LOUČKA, R. 2016 Důležitý předpoklad k úspěchu. Zemědělec, 24, 15, 16-19.
- LOUČKA, R., SCHMIDOVÁ, J., HOMOLKA, P., JANČÍK, F., KUBELKOVÁ, P., TYROLOVÁ, Y., VÝBORNÁ, A. 2016 Effect of chemical additive applied into the rumen of dairy cows in form of bolus to boost the rumen functions. In book of abstract of 67th EAAP, 29. 8. – 2. 9. 2016, Belfast, United Kingdom, 633.
- LOUČKA, R., HOMOLKA, P., JANČÍK, F., KUBELKOVÁ, P., TYROLOVÁ, Y., VÝBORNÁ, A., JAMBOR, V. 2016 Výživa dojnic naráží na mnohá úskalí. Zemědělec, 24, 14, 18-20.
- LOUČKA, R., MICHALÍČKOVÁ, M., HOMOLKA, P., JANČÍK, F., KUBELKOVÁ, P., TYROLOVÁ, Y., VÝBORNÁ, A. 2016 Continuous measurement of pH in rumen of dairy cows fed with three total mix ratios. In book of abstract of 67th EAAP, 29. 8. – 2. 9. 2016, Belfast, United Kingdom, 412.
- LOUČKA, R., HOMOLKA, P., JANČÍK, F., KUBELKOVÁ, P., TYROLOVÁ, Y., VÝBORNÁ, A. 2016 Fermentation and aerobic stability of Wet Brewers' Grains silage in plastic bag. In: Proc. Research in pig breeding. Workshop, 11. October 2016, Kostelec nad Orlicí – Vrbice: 24.
- LOUČKA, R., TYROLOVÁ, Y., HOMOLKA, P., JANČÍK, F., KUBELKOVÁ, P., VÝBORNÁ, A. 2016 Long-term Storage of Brewers' Grains with no Additives in the Bag. 17th International conference Forage Conservation. 27-29.9.2016. Slovensko, NAFC Nitra, 171-172.
- LOUČKA, R. 2016 Trendy v produkci píce a výživě zvířat. Zemědělec, 24, 27, 15-17.
- LOUČKA R., TYROLOVÁ, Y. 2017 Pivovarské mláto skladované ve vaku bez konzervantů. Krmivářství, 21, 1, 18-21.
- LOUČKA, R. 2017 Produkty vaření piva zvířatům. Náš chov, 77, 3, 79-82.
- LOUČKA, R., TYROLOVÁ, Y., JAMBOR, V. 2017 Vliv zmrazení siláže na NIR analýzy výživných hodnot. Náš chov, 77, 3, 66-69.
- LOUČKA, R., TYROLOVÁ, Y., JANČÍK, F., KUBELKOVÁ, P., HOMOLKA, P. 2017 Vliv délky řezanky zavádě vojtěšky na kvalitu fermentačního procesu a aerobní stabilitu siláže. Krmivářství. 21, 2, 8-12.
- LOUČKA, R., JAMBOR, V., HOMOLKA, P., JANČÍK, F., KUBELKOVÁ, P., TYROLOVÁ, Y., VÝBORNÁ, A. 2017 Měření kyselosti v bachoru pomocí speciálního bolusu. Kábrtovy dny 20.4.2017.
- LOUČKA, R., JAMBOR, V., HOMOLKA, P., JANČÍK, F., KUBELKOVÁ, P., TYROLOVÁ, Y., VÝBORNÁ, A. 2017 Využití vlákniny a separace krmiv k hodnocení krmných dávek skotu. Krmivářství. 21, 05, 37-40.
- LOUČKA, R., JAMBOR, V., HOMOLKA, P., JANČÍK, F., KUBELKOVÁ, P., TYROLOVÁ, Y., VÝBORNÁ, A. 2017 Využití stájové technologie ke kontrole výživy dojnic. Náš chov, 77, 10, 13-16.
- VELEBNÝ, L., LOUČKA, R. 2016 Vzorkování krmiv. Vzorkování III, potraviny, zemědělství, předměty běžného užívání. 2 THETA, Český Těšín, 240-253.

Vydal: Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i.
Přátelství 815, 104 00 Praha Uhřetěves

Název: **Metody stanovení a hodnocení efektivní vlákniny krmiv pro přežvýkavce**

Autoři: Ing. Loučka Radko, CSc. 50 %
doc. Ing. Homolka Petr, CSc., Ph.D. 5 %
Ing. Jančík Filip, Ph.D. 5 %
Ing. Kubelková Petra, Ph.D. 5 %
Ing. Koukolová Veronika, Ph.D. 5 %
Ing. Tyrolová Yvona 5 %
Ing. Výborná Alena 5 %
všichni Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha Uhřetěves
Ing. Jambor Václav, CSc. 15 %
Vosynková Blažena 5 %
všichni NutriVet, s.r.o., Pohořelice

Oponenti: **Ing. Jan Pozdíšek, CSc.**
Výzkumný ústav pro chov skotu, s.r.o., Rapotín
Ing. Jan Vodička
Ministerstvo zemědělství, odbor živočišných komodit

ISBN: **978-80-7403-173-1**

Dedikace: Metodika je výsledkem řešení výzkumného projektu MZe QJ1510391 „Omezení rizik spojených s výživou skotu s vysokou užitkovostí“ podporovaného Národní agenturou pro zemědělský výzkum.

Vydáno bez jazykové úpravy.

© Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i., Praha Uhřetěves

Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i.
Přátelství 815
104 00 Praha Uhřetěves

www.vuzv.cz