

KVALITNÍ FERMENTACE SILÁŽE  
SPRÁVNÁ PRAXE PŘI SILÁŽOVÁNÍ

KVALITNÍ FERMENTACE V BACHORU  
ZÁKON MINIMA – LIEBIGŮV SUD

 AGRÁRNÍ KOMORA  
České republiky

 MINISTERSTVO ZEMĚLSTVÍ

„Výše výnosu závisí na té živině,  
která je vzhledem k optimální  
potřebě v nejmenším  
množství (minimu).“

*Justus von Liebig (1803–1873)  
Zákon minima – jedno ze  
základních ekologických  
pravidel*

Publikace Agrární komory České republiky

# JAK ZAJISTIT VHODNOU FERMENTACI v silážích a v bachoru dojnic

Vedoucí autorského kolektivu

**Ing. Radko Loučka, CSc.**

Digitální kópia  
Dokument stiahnutý zo stránky Agrární komory České republiky na základe súhlasu  
Všetky práva vytradené



MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ



AGRÁRNÍ KOMORA  
České republiky

# JAK ZAJISTIT VHODNOU FERMENTACI v silážích a v bachoru dojníc

Vedoucí autorského kolektivu:

Ing. **Radko Loučka**, CSc.

Autorský kolektiv:

Ing. **Radko Loučka**, CSc.,

doc. Ing. **Petr Homolka**, CSc., Ph.D.,

Ing. **Filip Jančík**, Ph.D.,

Ing. **Veronika Koukolová**, Ph.D.,

Ing. **Petra Kubelková**, Ph.D.,

Ing. **Yvona Tyrolová**

Ing. **Alena Výborná**

Autorské pracoviště:

Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i. Praha-Uhřetěves,  
Oddělení výživy a krmení hospodářských zvířat

ISBN: 978-80-88351-14-6

Praha, listopad 2020

VYDALA:

Agrární komora České republiky

Počernická 272/96, 108 00 Praha 10

Tel.: +420 296 411 180

e-mail: sekretariat@akcr.cz

[www.akcr.cz](http://www.akcr.cz)



Publikace byla vytvořena pouze za finanční podpory Ministerstva zemědělství ČR,

[www.eagri.cz](http://www.eagri.cz)

Digitální kópia

Dokument stiahnutý zo stránok Agrárnej komory Českej republiky na základe súhlasu

Všetky práva vyhrazené

# OBSAH

<b>1. Úvod</b>	<b>6</b>
<b>2. Důležitost zajištění kvality obou procesů</b>	<b>8</b>
<b>2.1. Kvalitní konzervace píce – předpoklad úspěchu</b>	<b>8</b>
<b>2.2. Kvalitní fermentace v bacheru – podmínka úspěchu</b>	<b>10</b>
<b>3. Fermentace při silážování</b>	<b>12</b>
<b>3.1. Fáze procesu konzervace silážováním</b>	<b>12</b>
<b>3.2. Energetická bilance</b>	<b>14</b>
<b>3.3. Změny teplot během fermentace (vlastní výsledky)</b>	<b>18</b>
3.3.1. Silážování vojtěšky	19
3.3.2. Silážování kukuřice	24
3.3.3. Porovnání výsledků pokusů s vojtěškou a kukuřicí	26
<b>3.4. Zvrhnutí siláže v anaerobním prostředí</b>	<b>26</b>
<b>3.5. Kažení siláže v aerobním prostředí</b>	<b>28</b>
<b>3.6. Faktory, které proces konzervace píce ovlivňují</b>	<b>30</b>
3.6.1. Sklizená píce	31
3.6.2. Přidání silážního přípravku	34
3.6.3. Zpracování silážované píce	35
3.6.4. Způsob uskladnění	37
3.6.5. Způsob manipulace s hotovou siláží	43
3.6.6. Vnější vlivy	44
<b>4. Fermentace v bacheru</b>	<b>46</b>
<b>4.1. Zákon minima</b>	<b>46</b>
<b>4.2. Práce předžaludku</b>	<b>47</b>
<b>4.3. Bílkovinná část TMR</b>	<b>51</b>
<b>4.4. Glycidová část TMR</b>	<b>53</b>
<b>4.5. Fyzikální struktura TMR</b>	<b>56</b>
4.5.1. Separace nativního krmiva třepáním na sítěch	59
4.5.2. Separace usušeného krmiva na sítěch v třepačce	61
4.5.3. Separace mokrou cestou	62
4.5.4. Vymývací test zrna	63
4.5.5. Změny konzistence	63
<b>4.6. Metabolické poruchy</b>	<b>64</b>

<b>5. Naše pokusy s dojnicemi</b>	<b>68</b>
<b>6. Zamyšlení do budoucnosti</b>	<b>75</b>
<b>7. Závěr</b>	<b>80</b>
<b>8. Souhrn literatury</b>	<b>82</b>
<b>9. Poděkování</b>	<b>92</b>
<b>10. Přílohy</b>	<b>93</b>
<b>10. 1. Seznam zkratk</b>	<b>93</b>
<b>10. 2. Oponentské posudky</b>	<b>94</b>
10. 2. 1. Ing. Václav Jambor, CSc.	94
10. 2. 2. doc. MVDr. Alena Pechová, CSc.	95
10. 2. 3. doc. Ing. Jiří Motyčka, CSc.	96
<b>10. 3. ANOTACE</b>	<b>98</b>
10. 3. 1. Česky	98
10. 3. 2. Anglicky	98

# 1. ÚVOD

Kvašení je proces přeměny organických látek (nejčastěji sacharidů) za účasti mikroorganismů. Mikroorganismy využívají sacharidy k rozmnožování a tvorbě metabolitů (organických kyselin, aj.).

Kvašení může probíhat jak v kyslíkové atmosféře (aerobní kvašení – například octové), anebo bez přístupu kyslíku (anaerobní kvašení – například alkoholové nebo mléčné). Označení „fermentace“ se často používá pouze pro anaerobní kvašení. Fermentaci je možné definovat jako schopnost rostlinné biomasy biochemicky se měnit bez přístupu vzduchu pomocí mikrobiální činnosti. Anaerobním mikrobiálním kvašením vzniká siláž, resp. senáž. Název závisí na způsobu, resp. technologii sklizně pícniny. Sklízí-li se bez zavádání, označuje se fermentované krmivo jako siláž. Sklízí-li se se zavádáním, odborně se fermentované krmivo označuje jako „siláž o vyšší sušině“. V praxi se pro tento druh siláže používá název „senáž“.

Fermentace při silážování píce i fermentace hotové siláže v bacheru přežvýkavců jsou biochemické procesy, ovlivňované velkým množstvím faktorů, které jsou navíc vzájemně provázané. Oba procesy lze ovlivnit, a děje se to stále častěji, přidávkem různých aditiv, které podporují vhodnou fermentaci, potlačují rozvoj nepříznivých mikroorganismů nebo upravují prostředí, ve kterém fermentace probíhá. Oba procesy jsou ovlivňovány především obrovským množstvím mikroorganismů a jejich enzymů a také kvalitou substrátu, který mikro-

organismy zpracovávají. Oba procesy fermentace mají společné to, že probíhají hlavně bez přítomnosti kyslíku. Mezi oběma procesy fermentace jsou ale i zásadní rozdíly:

- v cíli fermentace (při silážování píce je cílem její uchování na delší dobu; cílem fermentace v bacheru je co nejrychleji rozložit živiny krmiva na jednodušší a dostupnější látky),
- v podmínkách, ve kterých procesy probíhají (v siláži se živiny uchovávají; v bacheru dochází k jejich rozkladu),
- v samotném procesu (jednorázový vs. nepřetržitý, doba trvání, průběh, fáze atd.),
- v druhu, množství a stavu mikroorganismů, které se na fermentaci podílejí,
- v metabolitech, které při fermentaci vznikají a přeměňují se.

Zatímco fermentace při silážování píce je proces jednorázový, fermentace v bacheru je proces nepřetržitý, při něm se přivádí do bacheru substrát, který po mechanickém zpracování (stahy bacheru promíchávají obsah a při přežvýkování je obsah mechanicky drcen zuby) a po prokvašení, resp. fermentaci, „putuje“ do dalších částí zaživacího traktu zvířete.

Kontinuální proces fermentace probíhá také v bioplynových stanicích (BPS), ovšem při větších objemech, kdy fermentace je stabilnější. Obsah bacheru je relativně malý oproti fermentoru v BPS a tedy velmi nestabilní.

Pro všechny tři procesy fermentace je společné, že směsná kultura mikroorganismů po-

stupně v několika krocích rozkládá organickou hmotu. Produkt jedné skupiny mikroorganismů se stává substrátem pro další skupinu.

Při silážování převažuje mléčné kvašení, což je kvasný pochod bez přístupu vzduchu, při němž bakterie mléčného kvašení (BMK, resp. *Lactic acid bacteria* – dále jen LAB) „vyrábějí“ z jednoduchých sacharidů (hlavně mono-, di- a oligosacharidů) kyselinu mléčnou. Při fermentačním procesu vznikají v silážích i jiné metabolity, například těkavé kyseliny, etanol nebo oxid uhličitý (kvašení heterofermentativní). Homofermentativní LAB zkvašují cukry na kyselinu mléčnou z více než 85 %. Heterofermentativní kvašení probíhá s vyššími ztrátami organické hmoty i energie než kvašení homofermentativní. V silážích však mohou být i nežádoucí mikroorganismy, které rozkládají organickou hmotu na nežádoucí sekundární metabolity.

Fermentace v bacheru je přímo závislá nejen na kvalitě substrátu, přítomných mikroorganismů, ale i na zdravotním stavu zvířete. Materiál, který do bacheru přichází, musí mít

určitou strukturu (aby bylo aktivováno pomocí stahů stěny bacheru promíchávání bacherového obsahu) a vyvážený obsah živin z pohledu glycidové a bílkovinné složky. Kromě toho musí být přísun krmiva do bacheru pravidelný, protože proces fermentace je velmi závislý na mikroorganismech, které mají poměrně krátký generační interval, jen několik hodin (amylolytické bakterie 2 hodiny, celulólytické 10 hodin; celulólytické bakterie přitom mají největší potřebu energie pro svůj vlastní metabolismus). Pokud dojde k významné změně substrátu, prodleva v osazení bacheru mikroorganismy, specializovanými na nový substrát, může zvířeti způsobit dietetické potíže a po určitou dobu snížit jeho produkční schopnosti.

Kvalitní fermentace siláže je předpokladem úspěchu, kvalitní fermentace v bacheru je podmínkou úspěchu. Pokud siláž nemá patřičnou kvalitu, případně pokud je siláž špatně zařazena do směsné krmné dávky (TMR, total mixed ration) dojnice, navíc pokud není zdravá a v dobré pohodě, nelze se přiblížit k jejímu produkčnímu potenciálu, co se týče množství i kvality produktu, hlavně mléka a masa.

## 2. DŮLEŽITOST ZAJIŠTĚNÍ KVALITY OBOU PROCESŮ

### 2.1. Kvalitní konzervace píce – předpoklad úspěchu

Cílem fermentace při silážování je, aby vznikla siláž kvalitní, s co nejnižšími ztrátami organické hmoty a energie, aby byla dlouhodobě skladovatelná a po otevření sila i co nejdéle aerobně stabilní. Hlavním produktem fermentace silážováním je kyselina mléčná.

Kvalita krmiva (čerstvého nebo konzervovaného), je chápána jako souhrn charakteristik, které udávají jeho schopnost uspokojit požadavky zvířat na chutnost, příjem, stravitelnost živin a zdraví zvířat. Určuje ji široký komplex interakcí mezi rostlinami a zvířaty. Pokud je produkční potenciál zvířat standardní, konečným vyjádřením kvality krmiva je množství a kvalita živočišných produktů (mléka, masa). Kvalitu lze s vědomím určité chyby vyjádřit matematicky (analýzou chemickou, biologickou, organoleptickou), toto hodnocení však nemůže nahradit hodnocení zvířaty.

Silážování je často boj s časem a počasím. Jakmile je pícnina posečena, resp. oddělena od kořenů, je ukončena asimilace rostliny a nastávají rozkladné procesy organické hmoty. Je pak třeba rychle ji mechanicky zpracovat na menší částice, rychle ji dostat na místo skladování, vytěsnit z ní vzduch a následně zajistit, aby k budoucí siláži druhotně vzduch nepronikal. Jen tak může být fermentace kvalitní. Když se

siláž nezdaří, většinou v tom hraje hlavní roli kyslík.

Další boj s časem nastane ve fázi od otevření sila po zkrmení siláže zvířaty, i zde je oxidace zásadním chemickým procesem, způsobujícím ztráty živin. U nestabilní siláže po otevření sila dochází k jejímu zahřívání, a tedy k rozkladné činnosti a tvorbě jedovatých sekundárních metabolitů. V případě, že je siláž stabilní, tak rozkladné procesy jsou oddáleny v závislosti na počasí, sušíně, doby a způsobu odběru siláže ze silážního žlabu a jiných faktorech.

Dodržování správných postupů silážování, používání vhodných silážních přípravků, a hlavně účinné omezení styku s kyslíkem minimalizuje ztráty sušiny, živin a energie. Kvalitu siláže lze odhadnout na základě smyslového posouzení, podle obsahu fermentačních metabolitů, ztrát sušiny, resp. organické hmoty a ztrát energie jako důsledek zvýšené teploty siláže. Kvalita se hodnotí také pomocí různých chemických analýz, které nám dávají přehled o úspěšnosti fermentačního procesu.

Kvalita siláží se vždy odvíjí od toho, která plodina a její odrůda byla pro pěstování zvolena, jak probíhala agrotechnika, kdy a jak byla plodina sklizena, jak byla konzervována, dlouhodobě skladována, ale i jak a za jakých podmínek probíhala manipulace s již hotovou siláží během krmení. Kvalitní fermentační proces při



silážování je podmíněn rychlým vytvořením anaerobního prostředí pro dominantní růst homofermentativních LAB). V případě zvýšeného podílu vzduchu se účinnost mléčných bakterií snižuje v závislosti na množství tohoto vzduchu v siláži.

Siláž je jednou z hlavních složek TMR skotu a je nezbytným zdrojem živin, zejména energie a stravitelné vlákniny. Siláž má různou kvalitu v závislosti na mnoha faktorech. Wilkinson (2005) například uvádí, že u trav proces silážování proběhne optimálním způsobem, když kyselost siláže poklesne na hodnotu pH cca 4,2, vytvoří se cca 1,7 % kyseliny mléčné, 0,7 % kyseliny octové a kyseliny máselné je přítomno do 0,3 %. Tyto hodnoty se mohou měnit v závislosti na druhu pícniny, na použitém silážním přípravku, případně podmínkách, při kterých siláž vznikla. Proto vzorek siláže, dodaný do laboratoře, by měl být doprovázen těmito podrobnějšími údaji, aby hodnocení fermentačního procesu mohlo být objektivnější.

Kvalitní siláže by měly mít nakyslou vůni, barva i struktura by se měla co nejvíce blížit čerstvé rostlině. Zkušenému krmiváři často stačí smyslové organoleptické posouzení siláže, aby poznal, jaké procesy v ní proběhly a co může tudíž od siláže očekávat. Z důvodu eliminace cizích pachů a také proto, že aroma siláže se může rychle ztrácet, se doporučuje nehodnotit siláž ve stáji nebo v laboratoři, ale přímo v silážním žlabu nebo jiném skladovacím prostoru. Pro posouzení barvy by mělo být zajištěno dobré osvětlení. Důležitý je i odběr vzorku – měl by být reprezentativní, z více míst i podle množství siláže. Důležité může být i zjištění variability siláže, což lze zjistit, když

se do laboratoře pošle více vzorků z každého odběrového místa.

Na rozdíl od řádně vyrobené siláže může být špatně zpracovaná nebo kontaminovaná siláž zdrojem nežádoucích bakterií, plísní a kvasinek, které mohou snížit bezpečnost a kvalitu siláže, snížit užitkovost dojníc a ohrozit nejen zdraví zvířat, ale i lidí. Některé z nežádoucích bakterií, které jsou často nebo příležitostně spojeny se siláží, jsou *Enterobacteria*, *Listeria*, *Bacillus spp.*, *Clostridium spp.* a *Salmonella*. Kromě toho mohou být tyto nežádoucí mikroorganismy patogenní, nebo vytvářet toxické metabolity (např. mykotoxiny, biogenní aminy, alkoholy). Proto je důležité zabránit růstu nežádoucích mikroorganismů, kazících kvalitu siláže, zejména za suboptimálních silážních podmínek.

Po celá desetiletí se používá celá řada silážních přípravků nejen k rychlé tvorbě kyseliny mléčné, která okyselí silážovanou hmotu, ale i k přímému potlačení růstu škodlivých mikroorganismů a tím podpoře fermentace siláže. Dříve byla většina studií očkovacích látek zaměřena na testování homofermentativních LAB, protože mohou produkovat téměř výhradně kyselinu mléčnou. Později se hodně testovaly heterofermentativní LAB, především *Lactobacillus buchneri*, především pro podporu aerobní stability siláže. Nedávno došlo pomocí speciálních technik studia DNA bakterií a metabolomiky (produktů fermentace) k významnému nárůstu znalostí o nových druzích a kmenech bakterií. Některé z nich jsou schopné přímo inhibovat *Clostridium spp.*, zmírňují vysoké hladiny mykotoxinů, zvyšují stravitelnost siláže a zlepšují aerobní stabilitu. Jejich použití pak vede k lepší



nutriční hodnotě siláže. Kromě kyseliny mléčné mohou některé LAB syntetizovat bakteriociny a jiná širokospektrální antimikrobiální činidla, jako je reuterin, acetoin a diacetyl. Tato schopnost inhibovat růst škodlivých mikroorganismů je zprostředkována několika metabolickými mechanismy, které závisí hlavně na genetických vlastnostech a substrátu v siláži. Jako potenciální inokulanty siláže byly také studovány nové druhy jiné než LAB, včetně druhů *Propionibacterium* a *Bacillus*. Například *Bacillus subtilis* produkuje bakteriocin, který inhibuje kvasinky a plísně, způsobující aerobní znehodnocení siláže. V poslední době se výzkum soustřeďuje i na studium aplikace LAB v kombinaci s chemickými látkami (např. soli kyseliny benzoové). Chemická látka má většinou zabezpečit prodloužení doby aerobní stability. K prodloužení doby aerobní stability se nyní běžně používají inokulanty, obsahující *Lactobacillus buchneri*. Jejich působením v siláži vzniká kyselina octová (zlepšující stabilitu siláže) z cukrů, které potom chybí v bacheru dojníc. Pokud je spolu s bakteriemi *Lactobacillus plantarum* do siláží aplikován ve vhodném množství citrát (sůl kyseliny citronové), bakteriální přeměnou z něj vzniká mimo jiné také kyselina octová, která pak zlepší aerobní stabilitu siláže, protože v ní potlačuje růst nežádoucích kvasínek.

S narůstajícími možnostmi použití sofistikovaných metod a přístrojů se ukazuje, jak málo toho ještě o fermentačních procesech při silážování víme. Je proto nutné zintenzivnit zkoumání funkcí a účinků nových mikrobiálních očkovacích látek (včetně LAB, non-LAB, jejich vzájemných kombinací nebo jejich kombinací s vybranými chemickými látkami) v procesu kvašení siláže. Výzkum je nutné zaměřit také

na biochemické dráhy, které mohou inhibovat škodlivé organismy při fermentaci a aerobní degradaci siláží. Současně je nutné zkoumat faktory, resp. podmínky (teplotu, vlhkost, zhuštění, dobu sklizně atd.), které ovlivňují účinnost nových i stávajících silážních přípravků.

## 2. 2. Kvalitní fermentace v bacheru – podmínka úspěchu

Zvířata nevytvářejí celulózu, která rozkládá celulózu. Bez celulolytických bakterií by ani přežvýkavci nedokázali celulózu, resp. vlákninu trávit. Byla by tak pro ně nedostupným zdrojem energie, stejně tak jako je tomu u člověka a monogastrů. Bez přežvýkavců a „jejich“ bakterií, resp. celulolytických enzymů těchto bakterií by člověk nemohl plně využívat rostlinnou potravu pro svoje životní pochody.

Cílem fermentace v bacheru je mechanicky a biochemicky zpracovat krmivo, které do bacheru přichází, aby bylo připraveno k průchodu do dalších částí zaživacího traktu, a přitom aby v bacheru stavy mikroorganismů, pH i obsahy kyselin zůstaly relativně stabilní. Fermentace v bacheru totiž vyžaduje pravidelný přísun substrátu a jeho vyváženost.

Hlavními produkty bacherové fermentace jsou těkavé mastné kyseliny (TMK) a mikrobiální protein (MbP). Tyto dvě položky pokrývají většinou energetickou potřebu dojníc a potřebu aminokyselin (AA) na tvorbu mléka, syntézu mléčných složek a obnovu tkání.

Bacherová fermentace představuje soubor fyzikálních a mikrobiálních aktivit, které konvertují komponenty diety na produkty, jež jsou



buď využívány v organismu přežvýkavců (těkavé mastné kyseliny, mikrobiální protein, vitamíny) nebo nejsou pro něj potřebné (metan, CH<sub>4</sub>, plynný vodík, H<sub>2</sub>), respektive mohou být pro organismus přežvýkavce i toxické (dusitany, vyšší koncentrace amoniaku, NH<sub>3</sub>). V bacheru potom díky jeho motorice, pravidelnému příjmu krmiva, vody a pufrčních látek (slin, solí), anaerobnímu prostředí, stabilní hodnotě pH a průběžnému odvodu vytvořených substrátů sliznicí stěny bacheru a odchodu zpracované tráveniny do slezu existují optimální podmínky k fermentaci přijatých složek krmné dávky.

Průběh fermentačních pochodů v bacheru tak má komplexní, interaktivní podobu. Jeho rozsah je limitován úrovní (optimálně časovaneho) přísunu potřebného, vzájemně vyváženého množství substrátů (zejména sacharidů a dusíkatých látek) a je ovlivňován stupněm štěpení a intenzitou dalšího využití nebilkovin-

ných dusíkatých sloučenin, dostupností sacharidů, uhlikatých skeletů aminokyselin a peptidů pro bacherové mikroorganismy a přítomností metanogenních bakterií, zajišťující pokles koncentrace vzniklých redukčních sloučenin. Významnou funkcí bacherových procesů je částečná detoxikace škodlivých sloučenin.

Koncovými produkty bacherové fermentace, které mají vlastní nutriční význam pro hostitele, jsou těkavé mastné kyseliny (TMK) a mikrobiální buňky (obvykle označované za mikrobiální protein). Zatímco TMK jsou většinou resorbovány přes stěnu bacheru, představují pomnožené mikrobiální buňky, po své pasáži do tenkého střeva, hlavní zdroj k zásobení hostitelského organismu aminokyselinami. Bacherová fermentace umožňuje zabezpečení 60–85 % celkové potřeby energie přežvýkavce.

# 3. FERMENTACE PŘI SILÁŽOVÁNÍ

## 3. 1. Fáze procesu konzervace silážováním

Proces konzervace píce začíná jakmile se poruší při sklizni ochranné struktury rostlinných buněk, tedy jakmile se píce poseče, rozřeže, naláme, rozdrtí nebo jiným způsobem mechanicky naruší. V důsledku úbytku vody v buňkách se začíná nejen zvyšovat jejich sušina, ale na uvolněný obsah poškozených buněk začnou působit rostlinné a mikrobiální enzymy v podstatně větší míře než na neporušené buněčné struktury.

Čím rychleji se v píci s porušenou strukturou vytvoří anaerobní prostředí, tím více se omezuje aktivita rostlinných proteáz a rozvoj některých nežádoucích mikroorganismů (zkracuje se období proteolytických a respiračních biochemických reakcí), což je pro fermentační proces příznivé a biologická hodnota silážovaného krmiva bývá lépe a dlouhodoběji uchována.

Proces konzervace píce silážováním lze rozdělit do několika fází:

- **mimo silážní prostor** (aerobní)
  - polní fáze, res. kosení; při dvoufázové sklizni navíc zavádání (1–3 dny),
  - sklizeň, mechanické zpracování, doprava, plnění sila, zakrývání (1–5 dnů),
- **v silážním prostoru** (aerobní, ale hlavně anaerobní)
  - primární aerobní fáze – počátky kvašení po zakrytí silážované píce fólií, resp. fóliemi, spotřebovává se zbytkový kyslík (1–3 dny),

- primární anaerobní fáze – období aktivní mikrobiální činnosti, rychle klesá pH (14–21 dnů),
- sekundární anaerobní fáze – stabilní období fermentace, resp. zrání siláže během skladování; po dosažení finálního pH je utlumena veškerá mikrobiální aktivita (30–365 dnů),
- sekundární aerobní fáze (období aerobní stability, resp. nestability) – mikroorganismy jsou znovu aktivovány po vystavení kyslíku jeho penetrací skrz odhalenou čelní (odběrovou) stranu siláže či po odhnutí fólie, zakrývající siláž; v závislosti na kvalitě siláže její teplota zůstává relativně stabilní; pokud se teplota zvýší o 3 °C ve srovnání s okolím, mikroorganismy se začnou množit geometrickou řadou (1 až 7 dnů),

### • **mimo silážní prostor** (aerobní)

- manipulace se siláží mezi silážním prostorem a krmným žlabem – při tvorbě TMR a následně i v krmném žlabu dochází k rychlému nárůstu mikroorganismů původem ze siláže i z vnějšího prostředí, tím dochází i k degradaci siláže (několik hodin).

Schematicky lze proces anaerobní fáze uvnitř sila a aerobní fáze při vybírání siláže ze sila a při krmení zvířat znázornit následovně (Schéma 1):

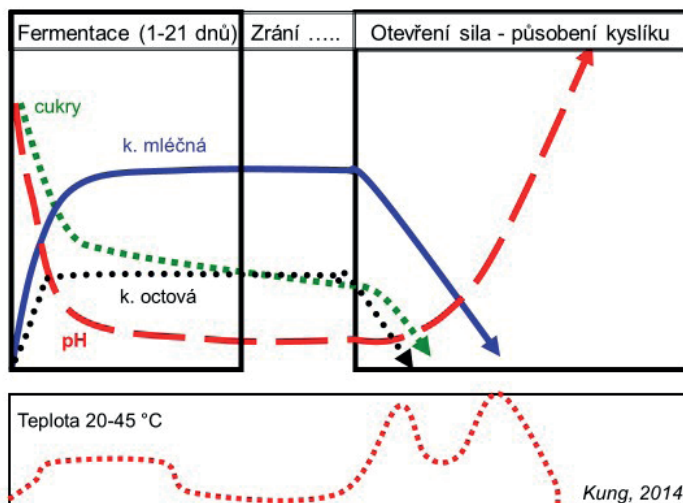


Schéma 1: Průběh fermentace a aerobní degradace siláže

Jak schéma ukazuje, v prvních několika dnech stoupá množství vyprodukované kyseliny mléčné, ale také kyseliny octové, výrazně se snižuje obsah sacharidů a snižuje se i pH (na pH 3,6 až 4,2). Teplota v siláži se prvních 7 až 14 dnů zvyšuje, zhruba týden se pohybuje kolem kulminačního bodu a pak se pomalu snižuje. Po otevření sila se po několika hodinách až dnech začne teplota siláže exponenciálně zvyšovat.

Zvýšení teploty má většinou 2 vrcholy; první zvýšení teploty způsobují kvasinky, druhé způsobují většinou koliformní bakterie a plísně. Průběh teplot jsme v našich pokusech zaznamenávali pomocí bateriových čidel eButton. O výsledcích budeme podrobněji informovat v dalších částech knihy.

Někteří autoři proces fermentace dále rozpitvávají na kratší úseky, každý i trochu jinak. Je to závislé na faktorech, které daný autor bral

v úvahu. Dle našich měření (především průběhu teplot a pH) existuje celkem 6 fází fermentace. Rozlišujeme dobu:

- Ihned po uzavření sila (1 až 2 dny), kdy je v řezance ještě hodně kyslíku, který spotřebovávají aerobní či fakultativně aerobní organismy, ještě doznívá dýchání rostlin. Toto období je charakteristické poměrně rychlým nárůstem teploty, produkce CO<sub>2</sub> a silážních tekutin (uvolňováním vody s rozpustnými sacharidy) a naopak rychlým snižováním pH. Dochází i k aerobnímu rozkladu dusíkatých látek, resp. k proteolýze.
- V dalších dvou dnech se rychlost těchto procesů zpomaluje, teplota kulminuje. Tato fáze je charakteristická nárůstem heterofermentativních bakterií (převážně octového kvašení, a tedy i obsahu kyseliny octové). Proteolýza ustává.
- V dalších čtyřech dnech se mění bakteriální



osazení, začínají se silně prosazovat homofermentativní bakterie mléčného kvašení, pH i teplota klesají.

- Dalších zhruba 14 dnů je již charakteristických naprostou převahou homofermentativních bakterií mléčného kvašení, ustálením pH na hodnotách kolem 4, přičemž teplota dále klesá.
- Po této době (tedy od uzavření sila zhruba za 3 týdny) pokračuje fáze zrání a stabilizace. V tuto dobu již by bylo teoreticky možné siláž začít zkrmovat zvířatům. Protože však dozrívají enzymatické pochody, siláž se považuje za zralou, resp. schopnou zkrmování bez dietetických potíží, za 40 dnů, tedy zhruba za 6 týdnů.
- Konečná fáze je stabilní. Teplota sice klesá, ale to již jen předáváním tepla do okolí. Tato fáze může trvat několik měsíců, dokonce i několik málo roků. Podle německého systému hodnocení siláží (DLG) je podmínkou pro schválení silážních přípravků test, trvající nejméně 90 dnů. Siláž je tedy podle DLG uznána za hotovou až po 3 měsících od uzavření sila.

Použití bakteriálního inokulantu průběh fermentačního procesu i zrání siláže urychluje. Konzervace píce pomocí chemických látek vede většinou k pomalejšímu průběhu fermentace. Zrání kukuřičné siláže trvá delší dobu než u ostatních pícnin. Důvodem je využitelnost škrobu v zrnech, která se s dobou uložení siláže v silážním žlabu zvyšuje.

V době zrání siláže se uplatňují hlavně enzymy, bakterie jsou inaktivní, často přetrvávají ve formě endospor (sporující bakterie rodu *Bacillus* a *Clostridium*). Endospory vznikají

uvnitř mateřské buňky. Jejich schopnost vydržet nehostinné podmínky se označuje jako kryptobióza. V praxi mohou spory přežít extrémně vysoké teploty, radiaci, kyselost prostředí, dezinfekční látky a podobně. Tím se bakteriální spory pravděpodobně stávají nejobdobnějšími známými buňkami v přírodě. Endospory se za příznivějších okolností opět změňí ve vegetativní buňky.

Zdaleka ne vždy probíhá proces fermentace ideálně. Často dochází k nežádoucímu kvašení. Pokud rozklad glukózy způsobí enterobakterie, většinou zanesené do siláže nečistotami, pak glukóza zfermentuje na kyselinu octovou, etanol, 2 molekuly  $\text{CO}_2$ , 2 molekuly  $\text{H}_2\text{O}$  a 2 molekuly  $\text{H}_2$ . Ztráty sušiny se pak vyšplhají na 41,1 % a ztráty energie na 16,6 %. Druhotně může zkvasit působením klostridií i kyselina mléčná. Ze 180 g kyseliny mléčné vznikne 88 g kyseliny máselné, 88 g  $\text{CO}_2$  a 4 g  $\text{H}_2$ . Ztráty sušiny jsou při této reakci vyčísleny na 51,1 %, ztráty energie na 18,4 %.

### 3. 2. Energetická bilance

Energetickou bilanci v závislosti na typu fermentace, resp. na přítomných bakteriích a vznikajících produktech lze teoreticky vypočítat (Pechová a Jambor, 2020). Výpočet vychází ze zákona o zachování energie a známých tabulkových hodnot, které charakterizují jednotlivé vznikající látky. V tabulce 1 jsou uvedeny základní charakteristiky jednotlivých substrátů včetně energie, která je z dané látky využita u přežvýkavců, a to v přepočtu jak na gram, tak i na mol jednotlivých látek.



Tabulka 1: Charakteristika klíčových látek při fermentaci siláží

biochemická látka	vzorec	molekulová hmotnost	brutto energie (kJ/g)	brutto energie (kJ/mol)	disociační konstanta
glukóza	$C_6H_{12}O_6$	180,16	15,64 <sup>1</sup>	2817,7	-
kys. mléčná	$C_3H_6O_3$	90,08	15,15 <sup>1</sup>	1364,7	3,86
kys. octová	$C_2H_4O_2$	60,05	14,59 <sup>1</sup>	876,1	4,75
k. propionová	$C_3H_6O_2$	74,08	20,76 <sup>2</sup>	1537,9	4,88
1,2-propandiol	$C_3H_8O_2$	76,10	23,45 <sup>2</sup>	1784,5	-
etanol	$C_2H_5OH$	46,09	29 <sup>3</sup>	1336,6	-

<sup>1</sup> Blaxter (1962), <sup>2</sup>Teeter a kol. (1990), <sup>3</sup> Paul a Southgate (1978) – upraveno

Dosazením tabulkových hodnot do jednotlivých reakčních chemických rovnic je možno získat představu o ztrátách energie, ke kterým v průběhu fermentace u siláží dochází. Vzhledem k tomu, že množství fruktózy a pentózy je v krmivech poměrně nízké, je při následujících výpočtech uvažována pro zjednodušení pouze glukóza, která představuje hlavní cukernou molekulu v rostlinných krmivech. V následujících

tabulce 2 je uvedena energetická hodnota všech produktů s výjimkou vody a  $CO_2$ , které představují ztráty organické hmoty a jako zdroj energie již neslouží.

Z tabulky 2 vyplývá, že ztráty energie při použití homofermentativních bakterií se pohybují kolem 3 %, zatímco při použití heterofermentativních bakterií v závislosti na vznikajících pro-

Tabulka 2: Energetická bilance fermentačního procesu siláže při použití homofermentativních nebo heterofermentativních mléčných bakterií

výchozí látka	produkty	energetická bilance
HOMOFERMENTATIVNÍ BAKTERIE		
1 glukóza 2815,2 kJ	2 kys. mléčná 2729,4 kJ	-85,8 kJ -3,04 %
HETEROFERMENTATIVNÍ BAKTERIE		
2 glukóza 5630,4 kJ	2 kys. mléčná + 2 kys. octová + 2 $CO_2$ + 2 $H_2O$ 2729,4 + 1752,2 = 4481,68 kJ	-1148,8 kJ -20,4 %
2 kys. mléčná 2729,4 kJ	1 kys. octová + 1 propandiol + $CO_2$ 876,1 + 1784,5 = 2660,6 kJ	-68,8 kJ -2,5 %
2 glukóza 5630,4 kJ	3 kys. octová + 1 propandiol + 3 $CO_2$ + 2 $H_2O$ 2628,2 + 1784,5 = 4412,7 kJ	-1217,7 kJ -21,6 %

duktech dochází až ke 20% ztrátám energie. V praktických podmínkách nevzniká při heterofermentativním kvašení pouze kyselina octová a propandiol, ale rovněž kyselina mléčná, takže ztráty energie jsou nižší v závislosti na průběhu fermentace substrátu.

Nicméně je nutno si uvědomit, že ve skutečnosti mohou být ztráty energie mnohem vyšší, protože epifytní mikroflóra obsahuje vyšší podíl nežádoucích mikroorganismů (plísně, kvasinky, klostridie) podle technologických podmínek. Tato nežádoucí mikroflóra produkuje sekundární metabolity jako jsou mykotoxiny (Zearalenon, DON, aj.), biogenní aminy (putrescin, kadaverin, aj.) nebo alkoholy (metanol, etanol, 1,2 propandiol, 2,3 butandiol aj.), které se běžně v silážích neanalyzují, a tudíž o nich nejsou přesné informace.

V tabulce 3 jsou vypočtené ztráty hmoty uvedeny pro homofermentativní a heterofermentativní bakteriální fermentaci. Z uvedených hodnot je zřejmé, že při heterofermentativním typu fermentace dochází ke ztrátě 29 % hmoty, v tomto případě glukózy, zatímco při homofermentativní fermentaci jsou ztráty nulové.

Pokusy, srovnávající vliv homofermentativních a heterofermentativních aditiv na siláže, byly opakovaně prováděny za různých podmínek, přičemž shrnutí řady prací publikovali Wilkinson a Davies (2012). V tabulce 4 jsou shrnuty výsledky 11 publikovaných studií v přepočtu na % neošetřené siláže. Z tabulky jsou zřejmé velké rozdíly v závislosti na tom, jaká plodina byla silážována, nicméně trendy byly v rámci použití jednotlivých typů bakterií podobné. Celkově lze shrnout, že při použití homofermentativních bakterií došlo ve srovnání s neošetřenou siláží ke zvýšení kyseliny mléčné, snížení kyseliny octové a amoniakálního dusíku, snížily se i ztráty sušiny. Jediným negativním efektem bylo zhoršení aerobní stability ošetřené siláže. Při použití *Lactobacillus buchneri*, jako hlavního představitele heterofermentativních bakterií, došlo ve srovnání s kontrolou ke snížení obsahu kyseliny mléčné, zvýšení obsahu kyseliny octové, zvýšení amoniakálního dusíku, zvýšily se i ztráty sušiny. Vyšší obsah kyseliny octové se odrazil ve zlepšení aerobní stability testovaných siláží.

Tabulka 3: Ztráty hmoty z pohledu stravitelnosti při fermentaci siláže za použití homofermentativních nebo heterofermentativních bakterií

výchozí látka	produkty	energetická bilance	
HOMOFERMENTATIVNÍ BAKTERIE			
1 glukóza 180,16 g	kys. mléčná 180,16 g	0 g	0 %
HETEROFERMENTATIVNÍ BAKTERIE			
2 glukóza 360,32 g	3 kys. octová + 1 propandiol + 3 CO <sub>2</sub> + 2H <sub>2</sub> O 180,15 + 76,10 = 256,25 g	-104,07 g	-29 %



Tabulka 4: Charakteristika fermentačního procesu a ztráty sušiny v silážích připravených s přidavkem heterofermentativních bakterií *Lactobacillus buchneri* a homofermentativních bakterií *L. plantarum* (Wilkinson a Davies, 2012) (uvedeno v přepočtu na % neošetřené siláže)

silážovaná hmota	<i>Lactobacillus buchneri</i>					homofermentativní bakterie				
	kys. mléčná	kys. octová	NH <sub>3</sub> -N	ztráty sušiny	aerobní stabilita	kys. mléčná	kys. octová	NH <sub>3</sub> -N	ztráty sušiny	aerobní stabilita
hrách/pšenice	87	101	99	-	86	108	62	96	-	57
kukuřice	61	258	120	192	133	113	72	80	80	44
trávy	65	121	86	122	-	119	69	83	71	27
kukuřice	68	306	109	506	515	197	26	81	45	53
čirok	52	448	110	177	475	193	65	83	48	52
kukuřice s nízkou sušinou	82	309	-	93	666	-	-	-	-	-
kukuřice	116	108	-	-	165	-	-	-	-	-
kukuřice	54	310	106	165	162	-	-	-	-	-
přímo sečená tráva	16	296	141	331	-	124	53	79	4	-
zavadlá tráva	35	433	101	88	-	129	52	52	47	75
kukuřice	91	280	143	109	343	114	115	64	109	98
průměr	66	270	113	198	-	137	64	77	58	-

Teoretický výpočet energetické bilance v průběhu celé mikrobiální přeměny, tedy od čerstvé hmoty až po produkty, které se vstřebávají v bachoru zvířat, je znázorněn v tabulce 5.

Tabulka 5: Energetická bilance fermentace siláže společně s fermentací produktů v bachoru při použití homofermentativních vs. heterofermentativních bakterií

výchozí látka	produkty	energetická bilance
<b>HOMOFERMENTATIVNÍ BAKTERIE</b>		
1 glukóza 2815,2 kJ	2 kys. propionová + 4 H <sub>2</sub> O 3075,8 kJ	+260,6 kJ +9 %
<b>HETEROFERMENTATIVNÍ BAKTERIE</b>		
2 glukóza + 4H <sup>+</sup> 5630,4 kJ	3 kys. octová + 1 kys. propionová + 3 CO <sub>2</sub> + 2H <sub>2</sub> O + 2H <sup>+</sup> 2628,2 + 1537,9 = 4166,1 kJ	-1464,3 kJ -26 %

Z tabulky 5 vyplývá, že při použití heterofermentativních bakterií dochází ke ztrátě až 26 % energie, zatímco při použití homofermentativních bakterií je naopak celková energetická bilance pozitivní. Všechny uvedené výpočty vychází z hodnot v tabulce 5 a současně vychází z předpokladu, že glukóza je kompletně přeměněna na kyselinu octovou a 1,2-propandiol, což však neplatí stoprocentně. Určitou možností interní kontroly tohoto předpokladu je výpočet ztrát hmoty při fermentačním procesu.

### 3.3. Změny teplot během fermentace (vlastní výsledky)

Příklady s uvedením průběhu teplot silážované řezanky uvádíme z našich pokusů u vojtěšky a kukuřice. Na účelovém hospodářství Výzkumného ústavu živočišné výroby v. v. i., Praha Uhřetěves (VÚŽV) pokusy se silážováním pícnin probíhají již mnoho let. V minulých čtyřech letech jsme se zaměřili na posouzení přídavku různých aditiv v závislosti na obsahu sušiny silážované píce, v případě vojtěšky i na délce řezanky. Výsledky ohledně silážování jsou prezentovány v pracích *Loučka a kol. (2016–2020)*. Šlo o pokusy v letech charakteristických vyšším suchem a vyššími teplotami ve vegetačním období. Každý rok byly ale podmínky mírně odlišné než v ostatních letech (většinou v obsahu sušiny sklizené píce), každý rok jsme kromě kontroly bez aditiva použili vybrané silážní přípravky (biologické, chemické, či kombinované biologický s chemickým). U některých aditiv jsme sledovali také vliv jejich aplikačního množství na ukazatele výsledku fermentace a aerobní stability. Pro tuto knihu uvádíme porovnání siláží bez aditiva a s inokulantem Ecosyl 100, obsahujícím bak-

terie *Lactobacillus plantarum* kmene MTD/1, u kukuřice navíc s chemickým konzervantem s obchodním názvem Safesil.

Metodika založení a vyhodnocení pokusů byla obdobná u všech pokusů s vojtěškou i kukuřicí. Pro pokus jsme zvolili metodu, kterou doporučují *Borreani a kol. (2007)*, tj. silážováním řezanky v pytlí, zahrabaném do silážované hmoty. Základ je v použití tkaných pytlů z polypropylenové (nebo nylonové) síťoviny. Tato metoda umožňuje imitaci skutečného průběhu fermentace při měnící se teplotě uvnitř silážní masy. Pytle byly do silážované hmoty vloženy ve výšce zhruba jeden metr, v minimálním odstupu od silážní stěny v délce jednoho metru. Byly zahrabány, udusány, a ještě pak nad ně byla do silážního žlabu naskladněna vrstva asi tři metry silážované řezanky. Pytle ve dvojnásobném opakování byly do silážované řezanky ukládány náhodně, ale tak, aby vedle sebe nebyly dva pytle ošetřené stejným aditivem. Před uložením do pytlů byla řezanka rozprostřena na plachtu a na ni byly ručním rozstřikovačem aplikovány vybrané silážní přípravky. Kontrolní negativní varianta byla bez aditiva (s označením KO), pokusná s aditivem Ecosyl 100 (s označením ES), který obsahuje  $1 \times 10^6$  živých bakterií mléčného kvašení *Lactobacillus plantarum* kmene MTD/1. Součástí preparátu je živná půda. Celková dávka přípravku zpracovaného podle návodu byla 25 ml/t.

Do každého pytle bylo vloženo bateriové čidlo ThermoChron (Obrázek 1) iButton Device DS 1922LF5# (Maxim Integrated, USA), kalibrované na měření teplot s přesností 0,065 °C.



Obrázek 1: Bateriová čidla Thermochron se čtečkou (foto R. Loučka)

### 3. 3. 1. Silážování vojtěšky

Loučka a kol. (2017, 2020) publikovali výsledky se silážemi vojtěšky, sklizené o vysoké sušině (57 %, resp. 50 %), Loučka a kol. (2018, 2019), sklizené o středně vysoké sušině (35 %, resp. 32 %). Vojtěška je, především kvůli nízkému obsahu uhlohydrátů rozpustných ve vodě a vysoké tlumící schopnosti snižovat kyselost silážované hmoty, obtížně silážovatelná. S horší silážovatelností se také pojí vyšší proteolýza (rozklad bílkovin) a to i v souvislosti s vyšším obsahem dusíkatých látek v sušině, čímž je vojtěška charakteristická. Proteolýza je spojena se zvýšením toxických produktů, jako je čpavek nebo biogenní aminy (Steidlová a Kaláč, 2002). Proto je důležité se stále intenzivně zabývat silážními vlastnostmi vojtěšky a její negativní vlastnosti při silážování omezit.

Pokud bychom uváděli všechny výsledky, bylo by to rozsahem na další knihu, proto uvádí-

me pouze významné rozdíly výsledku fermentace siláží s teoretickou délkou řezanky delší, tj. 4 cm (d) a kratší, tj. 2 cm (k) a grafy průběhu teplot během uskladnění pouze kontrolní siláže bez aditiva a s inokulantem (i když inokulantů a chemických konzervantů jsme použili více). Výsledky uvádíme u siláží bez aditiva s označením dKO (pro siláž s řezankou provozní o teoretické délce 4 cm), kKO (o kratší teoretické délce 2 cm) a u siláží s aditivem dES a kES, resp. Pro porovnání uvádíme výsledky dvou pokusů, ten první se týká výsledků silážování vojtěšky o sušině 32 % (Loučka a kol., 2019), v tom druhém jsou výsledky se silážováním vojtěšky o sušině cca 50 % (Loučka a kol., 2020).

V pokuse Loučka a kol. (2019) byl průměrný obsah sušiny hotových siláží trochu nižší než ideální, tj. 32 %. Průběh teplot během fermentace je zachycen v grafu 1. Protože jsme chtěli zaznamenávat teplotu v kratších časových intervalech, byla čidla nastavena na interval mě-

ření 15 minut. Měření teplot v silážích trvalo 52 dnů (od 18. 5. do 29. 6. 2017). Pytle byly ze siláže vybírány v rozmezí od 11. do 20. 9. 2017, tedy v siláži byly uloženy cca 4 měsíce. Rozdíl mezi silážemi s teoretickou délkou řezanky 4 cm (d) a řezankou kratší 2 cm (k) především u kontrolních siláží bez konzervantů (KO) byly minimální. Přesto lze z průběhu křivek vyvodit, že u siláží s delší řezankou stoupla teplota na maximum rychleji a výše (za 4 dny na 36,8 °C) než u siláží s řezankou kratší (za 6 dnů na 36,5 °C). Po zhruba 7 dnech od uzavření sila již byla teplota siláže s delší řezankou zhruba o 0,4 °C nižší, než s krátkou řezankou a tento rozdíl již zůstal stabilní po celou dobu skladování siláží.

Opět se potvrdilo zjištění z minulého pokusu (Loučka a kol., 2017), že za dobu měření se teplota několikrát zvýšila o několik desetin stupně.

To signalizuje bakteriální aktivitu i v průběhu fermentace, i když poměrně nízkou. V silážích se pravděpodobně namnožily mikroorganismy, které „našly“ ještě nespotřebovaný zdroj energie. Bylo možné pozorovat, že u siláží s kratší řezankou nastalo krátké zvýšení teploty vždy o několik dnů dříve než u siláží s delší řezankou.

Vliv aditiv byl výraznější u siláží s delší řezankou než s kratší. Teplota siláže s delší řezankou a biologickým inokulantem ES byla v průběhu fermentace zhruba o 0,3 °C vyšší než kontrola bez konzervantu. Nárůst teplot během fermentace byl u siláží s inokulantem s několika-denním zpožděním za nárůstem teplot u siláží bez konzervantu (což u siláží s kratší řezankou nebylo tak výrazné). Teplota siláže s delší řezankou a s kombinací několika chemických komponentů měla průběh podobný jako siláž kontrolní s kratší řezankou.



Graf 1: Teploty kontrolních siláží bez silážních přípravků (KO) a s Ecosylem (ES)

Při hodnocení chemických analýz byly významné ( $P < 0,05$ ) rozdíly mezi variantami u čpavkového dusíku, který indikuje stupeň proteolýzy, nejhorší výsledek (nejvyšší  $N-NH_3$ ) byl naměřen u kontrolní siláže s dlouhou řezankou, nejlepší výsledek u siláže s inokulantem ES. U tohoto ukazatele byla zaznamenána i interakce mezi aditivu a délkou řezanky. Významně nejnižší byl i poměr mezi kyselinou mléčnou a těkavými mastnými kyselinami u kontrolních siláží bez konzervantu (KO). U těchto ukazatelů se tedy hypotézy potvrdily.

V pokuse *Loučka a kol. (2020)* byl průměrný obsah sušiny hotových siláží vysoký, tj. 49,5 %. Podle obsahu ve vodě rozpustných sacharidů (WSC, tj. watter soluble carbohydrate) byla potvrzena hypotéza, že siláže kontrolní prokvasí méně než pokusné s inokulantem ES (obsah zbytkových WSC 2,86 vs. 2,10  $g \cdot kg^{-1}$  suš., resp.) a s delší řezankou více než s kratší (2,2 vs. 2,8  $g \cdot kg^{-1}$  suš., resp.). Významný rozdíl mezi silážemi byl v obsahu kyseliny mléčné, její obsah byl nižší u kontrolních siláží bez inokulantu než u pokusných (2,55 vs. 2,88 %, resp.) a vyšší u siláží s delší řezankou než s kratší (2,86 vs. 2,57 %, resp.). Použití inokulantu rozdíl mezi delší a kratší řezankou vyrovnávalo. To odpovídá i průběhu fermentace podle teplot. V grafu 2 jsou zaznamenány teploty po celou dobu jejich měření, v grafu 3 je jejich průběh zaznamenán v detailu mezi druhým a devátým týdnem fermentace, protože to je totiž doba pro výsledek fermentace rozhodující. Teplotní čidla byla nastavena na měření v intervalu 60 minut.

Po založení siláže teplota, měřená speciálními bateriovými čidly uvnitř každého pytle, rychle stoupala z původních 20 na cca 41 °C.

Teplota kulminovala u KO zhruba za 2–3 týdny po zasilážování, u ES za 2 týdny. Již zde se pozitivně projevila „práce“ bakterií mléčného kvašení (LAB) aditiva ES. Pak začala teplota pomalu klesat, rychlost poklesu se ale s dobou zrychlovala, hlavně u varianty ES, pravděpodobně v důsledku „práce“ LAB. Asi po čtyřech týdnech se pokles teploty ustálil zhruba na 1 °C za 2 týdny. Zde již se projevilo s jak dlouhou řezankou byla vojtěška sklizena, nebo jaké aditivum bylo použito. U siláží s kratší řezankou klesala teplota rychleji, což by mělo být výhodnější, protože vyšší teplota znamená i vyšší energetické ztráty (*McDonald a kol., 1991*). Zhruba po 8 týdnech fermentace byly rozdíly teplot mezi variantami s dlouhou a krátkou řezankou malé (do 0,5 °C) a dále se nezvyšovaly. Větší rozdíly byly mezi pozitivní a negativní kontrolou (1,5 °C). Výsledek tak signalizuje nižší ztráty při použití biologického aditiva ES.

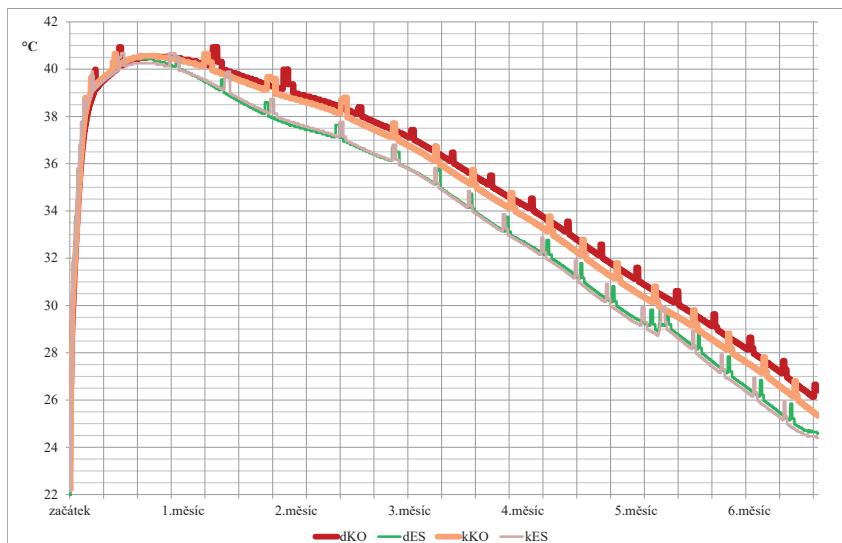
Když nedojde ke ztrátě tepla do atmosféry, tak podle *McDonald a kol. (1991)* úplnou oxidací glukózy se při snížení teploty siláže o 1 °C sníží její měrná tepelná kapacita o 1,89 kJ/kg sušiny. Ztráty energie jsou spojeny s působením heterofermentativních mikroorganismů za vzniku různých metabolitů, které mohou nejen zhoršovat organoleptické vlastnosti siláže (což může vést k nižšímu příjmu krmiva), ale které také mohou snižovat užitkovost a zhoršovat zdravotní stav zvířat. Lze předpokládat, že při nedostatečném udusání hmoty se namoží více heterofermentativních bakterií, a tedy i ztráty budou vyšší.

Na základě měření teplot během fermentace siláží lze tedy konstatovat, že hlavní fáze fermentace je ukončena po 8 týdnech v závis-

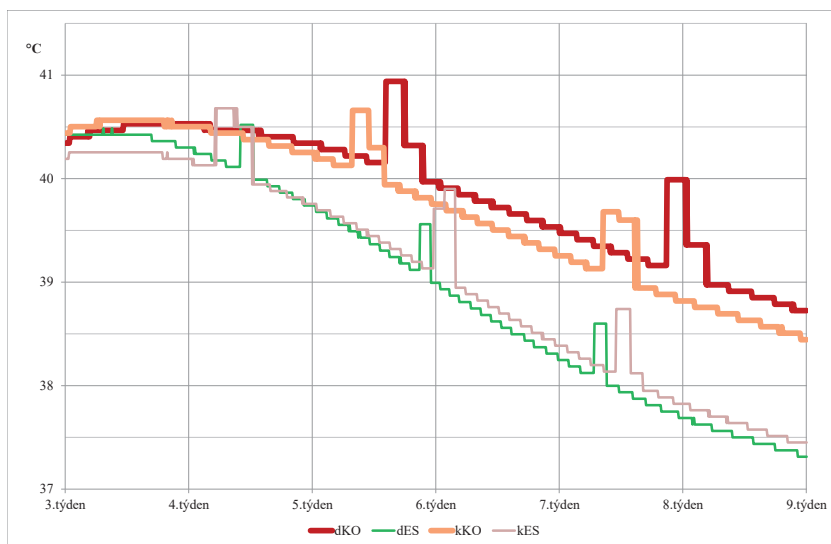
losti na stupni zpracování řezanky a použitého aditiva, pokud ovšem nedojde ke kontaminaci vzduchem (pak se doba prodlužuje). To je v souladu s výsledky autorů, kteří doporučují „otevřít“ silážní žlab ke krmení zvířat až zhruba 60 dnů po zasilážování (Mohd-Setapara a kol., 2012). Použitím vhodného aditiva lze tuto dobu zkrátit až o 2 týdny.

Graf 2, kde je zachycen krátký, ale velmi důležitý úsek průběhu fermentace, mezi jejím druhým a devátým týdnem, je zde prezentován i z jiného důvodu. Měření teplot v průběhu fermentace pomocí speciálních, velmi přesných (0,065 °C) bateriových čidel (eButton Maxim Integrated), ukázalo na jev, který jsme pozorovali v minulých pokusech a který zatím nebyl ve vědecké literatuře popsán. Jedná se o náhlé zvýšení teploty o 0,5 až 1 °C. Zvýšení teploty,

kteří trvá zhruba 10 hodin, má u každé varianty téměř pravidelný interval (v průměru 2 týdny, ale u každé varianty rozdílný). Teplota se zvýší náhle a její návrat do původní linie je pomalejší. Během skladování siláž tedy není úplně „zakonzervovaná“, ale stále v ní probíhají nějaké procesy, i když s podstatně nižší intenzitou než v prvních týdnech od uzavření sila. Zatím pro tento jev nemáme jasné vysvětlení. Domníváme se, že zvýšení teplot je projevem mikroorganismů, které se po určité době „probudí“, aby „nabraly sílu“ (mohou to být klostridie nebo kvasinky). I když u každé varianty byl tento jev pozorován, u každé varianty byl interval aktivity (zvýšení teploty) a „spánku“ jiný. Pytle byly v silážním žlabu uloženy vedle sebe poměrně blízko, přesto nenastalo zvýšení teploty v jednotlivých pytlích ve stejnou dobu.



Graf 2: Teploty během fermentace vojtěškové siláže podle délky řezanky (d = provozní, k = o polovinu kratší) a biologického aditiva (KO = kontrola bez aditiva; ES = Ecosyl 100)



Graf 3: Teploty během fermentace vojtěškové siláže v detailu grafu 2 (prvních 8 týdnů)

Závěrem našich pokusů se silážováním vojtěšky lze konstatovat, že varianta siláže bez použití konzervačního přípravku vychází v porovnání s ostatními silážemi s aditivou horší, jak v hodnocení průběhu a výsledku fermentace, tak v aerobní stabilitě. Rozdíly teplot v průběhu fermentace u kontrolních siláží bez aditiva ve srovnání se silážemi s inokulantem ES byly výrazně vyšší u siláží o sušině cca 49,5 %, než u siláží se sušinou cca 32 %. Výsledky se také většinou shodují v tom, že siláže s kratší řezankou, ve srovnání s tou delší, mají horší výsledky fermentační, ale lepší výsledky v aerobní stabilitě. Není tomu tak ale vždy, záleží na druhu a dávce aditiva, ale i na sušině sklizené vojtěšky. U siláží s vyšší sušinou (49,5 %) v porovnání se silážemi s nižší sušinou (32,3 %) byly maximální teploty zhruba o 4 °C vyšší (40,5 °C vs. 36,5 °C) a kulminovaly

o 10 dnů později (17 dnů vs. 7 dnů od uzavření sila).

Je třeba si uvědomit, že naše pokusy probíhají v ideálních podmínkách s důkladným udusáním silážované řezanky. V praxi to může být jinak. U delší řezanky, a při její vyšší sušině, se hůře zajišťuje požadovaná intenzita dusání, což vede ke zhoršení výsledku fermentace z důvodu přítomnosti vyššího množství kyslíku v silážované hmotě. Pokud je však silážovaná hmota dobře udusaná, mohou být výsledky fermentace siláže s delší řezankou lepší, což je výhodné i z toho důvodu, že delší řezanka přispívá k lepšímu přežvykování a práci bachoru, čímž se snižuje riziko acidózy (Krause a kol. 2002).

Průběh fermentace siláží vojtěšky studovali např. Guo a kol. (2018). Zvolili ale jinou metodu. Pomocí hmotnostní spektrometrie s plynovou chromatografií a technologií sekvenování v reálném čase (PacBio SMRT) analyzovali metabolické profily a dynamiku mikrobiální komunity zapojené do průběhu fermentace vojtěšky, naočkované homofermentativními *Lactobacillus plantarum* (LP) nebo heterofermentativními *Lactobacillus buchneri* (LB). Vojtěškovou siláž analyzovali po 14, 30, 60 a 90 dnech po založení. U kontrolní skupiny bez konzervantu (KO) ve srovnání variantou LP i LB byly pozorovány zcela odlišné druhy mikrobiální flóry, jejich procentické zastoupení i jejich posloupnosti v průběhu fermentace. Např. u KO ve 14 dnech bylo LP zastoupeno v 19 %, ve 30 dnech již v 80 %. Pak se počet LP pomalu snižoval až na 70 % na úkor některých dalších druhů bakterií, především enterokoků a streptokoků. U siláží, ošetřených LP, bylo po 14 dnech fermentace 93 %, ale po 90 dnech již

pouze 53 %, a to především jiných druhů laktobacilů, dokonce i LB (15 %). Velmi zajímavé bylo zastoupení mikrobiální flóry siláží naočkovaných LB. Těch bylo po 14 dnech fermentace 44 %, po 30 dnech fermentace 38 %, ale po 60 dnech fermentace se už v siláží nevyskytovaly. Po 90 dnech fermentace převládaly bakterie LP (78 %). Zajímavé byly i poměrně výrazné změny v zastoupení druhů bakterií uvnitř rodu *Lactobacillus*. Tato práce, a jí podobné s využitím nových technologií, poskytují nové a velmi významné informace, týkající se mikrobiálních procesů, které jsou základem tvorby siláže. Studium tohoto druhu může významně přispět k lepšímu poznání procesů silážování a metodám, které v budoucnu povedou k dosažení vysoce kvalitních siláží.

### 3. 3. 2. Silážování kukuřice

Kukuřice je obecně považována za lehce silážovatelnou. Musí k tomu však být vytvořeny



Graf 4: Teploty kukuřičných siláží (o vyšší sušině 46,5 %) v roce 2015



určité podmínky. Mezi ně, kromě těch technologických, patří obsah sušiny a živin. Uvádíme zde výsledek dvou pokusů. Jeden se siláží s vyšší sušinou (cca 47 %) a druhý se sušinou téměř ideální (36 %).

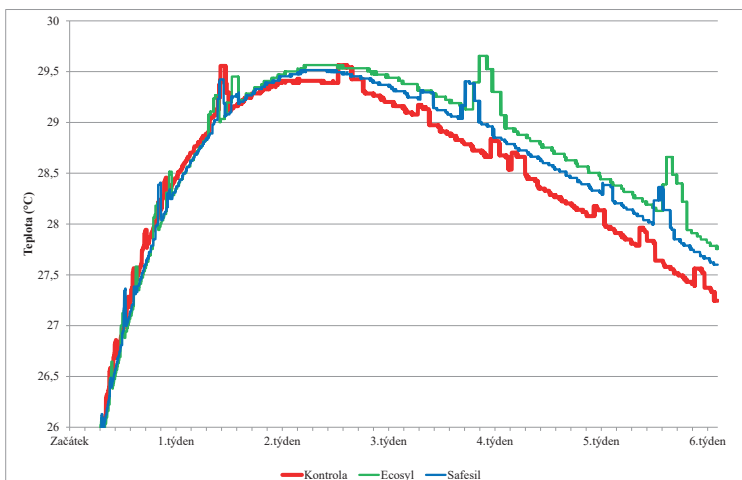
Cílem práce *Loučka a kol. (2016)* bylo u kukuřičných siláží s vyšším obsahem sušiny (46,7 %), vyšším obsahem NDF (57,5 % v sušině) a průměrným obsahem škrobu (29,5 % v sušině) stanovit vliv použití vybraných biologických a chemických silážních přípravků. Průběh teplot během fermentace je zachycen v grafu 4.

U homofermentativního přípravku, obsahujícího *Lactobacillus plantarum* MTD/1, byl zjištěn v siláži nejvyšší obsah sacharidů (1,43 % v sušině).

V novém pokuse jsme zvolili kukuřici o sušině 36 %, a to i proto, že ve srovnání s mi-

nulým pokusem měla výrazně nižší obsah NDF (39,8 % v sušině) a naopak vyšší obsah škrobu (36,6 % v sušině). Průběh teplot je uveden v grafu 5.

Ihned po zasilážování začaly teploty siláží rychle stoupat. Z počátečních 18 °C stoupla teplota během 14 dnů na 29,5 °C, tedy každý den o necelý jeden °C, přičemž pak postupně klesala, ovšem podstatně pomaleji (10x), cca rychlostí o necelou jednu desetinu °C denně. Od kontrolní siláže (KO) se odlišoval průběh teplot u ES, kde teplota stoupla více než u KO a současně i pomaleji klesala. Od KO se odlišoval průběh teplot u Safesilu, kde teplota stoupla více než u KO a současně i pomaleji klesala. Zajímavé je, že teploty sice stoupaly i klesaly poměrně rovnoměrně, ale vždy v nějakých nepravidelných intervalech došlo zhruba na 8 hodin ke zvýšení teploty o několik desetin °C. Během počáteční 14denní fáze fermentace bylo zvýšení teploty kratší, později se doba i intenzi-



Graf 5: Teploty kukuřičných siláží (o sušině cca 36 %) v roce 2017

ta zvýšení teploty zvyšovala. Tento jev jsme zaznamenali až s tím, když jsme použili k měření teplot velmi citlivá teplotní čidla, která zaznamenávají změny teplot již v intervalu 0,065 °C. Vysvětlení je zatím pouhou spekulací.

### 3.3.3. Porovnání výsledků pokusů s vojtěškou a kukuřicí

Porovnáme-li průběh teplot během fermentace mezi vojtěškovými a kukuřičnými silážemi, lze konstatovat, že u vojtěškových siláží se teplota zvyšuje po uzavření sila pomaleji než u siláží kukuřičných (3 týdny vs. 1 týden, resp.), nejvyšší teplota u vojtěškových siláží je vyšší než u siláží kukuřičných (cca 40 °C vs. 33 °C, resp.) a pokles teplot je u vojtěškových siláží pomalejší, než u siláží kukuřičných (za 6 týdnů od kulminace pouze o 2-3 °C vs. 4-6 °C, resp.). Je nutné ještě upozornit, že záleží také na teplotě vnějšího prostředí při zakládání siláží. Jestliže je venku teplo, lze předpokládat, že se teplota bude rychleji zvyšovat.

### 3.4. Zvrhnutí siláže v anaerobním prostředí

U hotových bílkovinných siláží s vyšším obsahem tlumivých pufručních látek a tzv. kritickým obsahem sušiny, resp. vodní aktivity (viz tabulka 5, graf 6 a 7) může dojít (zhruba za 3 týdny od uložení řezanky do silážního žlabu) k sekundární fermentaci, resp. k tzv. zvrhnutí, kdy se i za anaerobních podmínek mohou začít

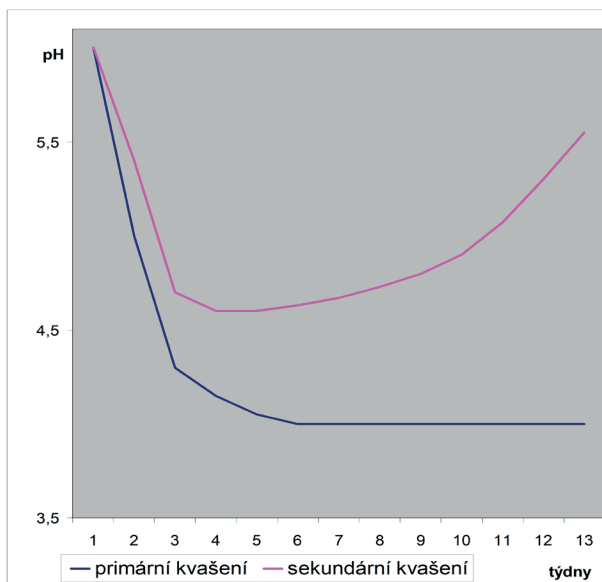
množit klostridie a ty spotřebovávají kyselinu mléčnou, přičemž pH se opět začne zvyšovat a tím se kvalita začne snižovat. Tomuto nežádoucímu procesu lze zabránit pouze včasným zkrmením takové siláže. Náchylnost ke zvrhnutí lze zjistit odběrem vzorku sondou (vrtnou soupravou) a chemickou analýzou, přičemž hlavními ukazateli jsou pH, sušina a obsah kyseliny máselné, která je indikátorem probíhajícího máselného kvašení v důsledku přítomnosti klostridií. Pokračující degradace siláže v důsledku zvrhnutí lze dobře identifikovat i bez laboratorního rozboru podle charakteristického, velmi nepříjemného zápachu.

Pokud například při sušině silážované píče 30 % nebude dosaženo 4,45 pH a nižší, je vysoce pravděpodobné, že nastane druhotné kvašení (resp. u sušiny 35 % je hranice minimální kyselosti pro rozvoj klostridií 4,6 pH). Při plánování postupu otevírání silážních žlabů je proto výhodné zkrmovat nejprve ty siláže, u kterých je předpoklad zhoršování kvality v důsledku druhotných anaerobních degradačních procesů. V praxi tedy pro bílkovinné siláže platí pravidlo, že by se měla začít zkrmovat nejdříve ta siláž, která má horší parametry než siláž vysoce kvalitní.

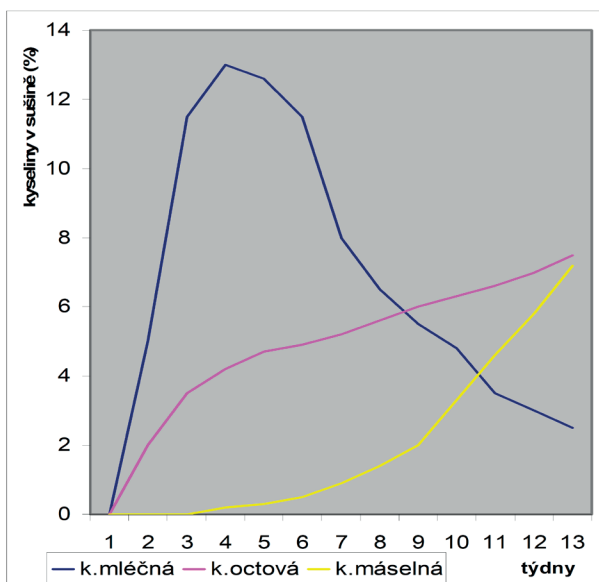
Tabulka 5: Kritické hodnoty pH a sušiny pro tvorbu kyseliny máselné (Weissbach, 1996)

Sušina (%)	20	25	30	35	40	45	50
Aw (podíl z 1)	0,980	0,975	0,971	0,966	0,961	0,956	0,952

Kde Aw = vodní aktivity, resp. dostupnost vody pro mikroorganismy



Graf 6: Změny pH při primárním a sekundárním kvašení (Weissbach, 1996)



Graf 7: Změny obsahu kyselin při sekundárním kvašení (Weissbach, 1996)

Zvrhnutí siláže většinou probíhá ve třech fázích. Nejdříve se uplatní bakterie *Clostridium tyrobutyricum*, které jsou schopny se množit již při pH 4,2. Rozkládají sacharidy, ale i kyselinu mléčnou, přičemž jako hlavní produkt vzniká kyselina octová. V další fázi se uplatní například bakterie *Clostridium butyricum*, *Clostridium beijerinckii*, *Clostridium acetobutylicum* a *Clostridium saccharolyticum*. Neaktivnější jsou při pH 4,5–5,0. Hlavním jejich produktem je kyselina máselná. Ve třetí fázi nastupují proteolytické bakterie *Clostridium sporogenes*, *Clostridium bifermentas* a *Clostridium sphenoides*. Ty fermentují hlavně aminokyseliny, ale některé jsou schopny fermentovat i peptidy a některé bílkoviny. Jsou aktivní při pH 5,0 a vyšším. Při proteolýze se vytváří ze sacharidů a kyseliny mléčné jako hlavní produkt čpavek, který zvyšuje pufrační kapacitu a tím oslabuje kyselost siláže. Z aminokyselin se vytvářejí biogenní aminy a samozřejmě i další metabolity. Biogenní aminy (histamin, tyramin, putrescin, kadaverin, tryptamin, spermidin, spermin) způsobují velmi nepříjemný zápach, ne nadarmo se také nazývají „mrtvolné jedy“. Vysoce toxické jsou ty hodně aromatické (histamin a tyramin), méně toxické jsou diaminy (putrescin a kadaverin), ostatní aminy se v silážích vyskytují pouze sporadicky. Rozkladné procesy bílkovin se nazývají proteolýza. Hodnoty proteolýzy jsou jedním z hlavních ukazatelů při hodnocení bílkovinných a polobílkovinných senáží. Stupeň proteolýzy je charakterizován podílem amoniakálního z celkového dusíku. Některé laboratoře při hodnocení proteolýzy k čpavkovému dusíku připočítávají ještě dusík zjištěný formolovou titrací. Způsob výpočtu je pak nutné při hodnocení siláže zohlednit.

### 3. 5. Kažení siláže v aerobním prostředí

Během skladování v silážních prostorách bez přístupu vzduchu jsou siláže stabilní, jejich živinový obsah ani obsah metabolitů se téměř nemění po velmi dlouhou dobu, i několik měsíců. Jakmile však se k siláži dostane vzduch, resp. kyslík, začnou probíhat degradační procesy a siláž se začne měnit. Aby mohl být silážní přípravek uznán podle DLG v kategorii AC2 (starší schéma s označením WR2) jako přípravek, podporující aerobní stabilitu siláže, testuje dvojitým způsobem. Ten první způsob imituje situaci, kdy se fólie, která zabraňuje vniknutí vzduchu do siláže, protrhne. Když to druhý den obsluha zjistí, otvor zacelí páskou. Druhý test je již známější. Imituje za standardních podmínek situaci, kdy se siláž začne ze silážního žlabu vybírat.

DLG doporučuje pro test kažení siláží v aerobním prostředí následující metodiku testování (metoda „Völkenrode“):

#### Test část A – test se vzduchovou zátěží:

- Sila (skleněné lahve o objemu jeden litr) se naplní s nižší plnicí hmotností (viz tab. 2 a 3).
- Sila obsahují 2 malé otvory ( $\varnothing$  6 mm na silo 1,7 litrů), jeden v horní a druhý v dolní části sila. Otvory jsou uzavřené pryžovými zátkami, které se odstraní přesně za 24 hodin po 28 a 42 dnech (ošetření vzduchovou zátěží).
- Sila se otevřou po 49 dnech, přesně 7 dnů po posledním provzdušnění (den 42 + 7 = den 49). Sila se otevřou a odeberou se vzorky a určí se aerobní stabilita.

**Test část B – test aerobní stability:**

- Aerobní stabilita se stanoví přesypáním (bez utlačení) obsahu sila asepticky do izolovaných nádob (o objemu přibližně 1–2 litry). Po dobu 7 dnů při okolní teplotě 20 °C se sleduje teplota siláže s využitím elektronických teplotních čidel. Na konci sedmého dne se stanoví pH siláže.
- Aerobní stabilita se vyjadřuje buď jako 1) doba (ve dnech, resp. hodinách), za kterou teplota siláže vzrostla +3 °C nad okolní teplotu, nebo 2) ztráty sušiny, vypočítané z celkového množství vytvořeného CO<sub>2</sub> (g CO<sub>2</sub>/100 g DM x 0,68), nebo 3) celkový součet teplot (HONIG, 1990). Jsou-li sledovány teploty pomocí kontaktního teploměru, je třeba je zaznamenávat minimálně 2x denně.

sila způsobují kažení, plísně navíc škodí svými mykotoxiny.

Pokud má k hotové siláži přístup vzduch, siláž se rychle kazí, zejména má-li dostatek zbytkových cukrů, které nezfermentovaly. Taková hmota může projít tzv. Maillardovou reakcí. Maillardova reakce vzniká již při teplotách nad 40 °C. Siláž pak mění barvu, pach a strukturu. Nejprve zmažovatí a zhnědne, někdy až zčerná, po delší době vyschne a zešedne. Cítit je karamelové aroma, později pach jako po pražení. Biochemické změny siláž prakticky znehodnotí jak po stránce nepřístupnosti živin tvorbou lignocelulózových vazeb s dusíkatými látkami, tak po stránce dietetické. Paradoxně některým zvířatům taková siláž i chutná. Je však zdraví škodlivá a její výživná hodnota je téměř nulová.

Zvýšení teploty ve vzorku siláže se interpretuje jako zvýšená aktivita aerobních mikroorganismů (obvykle kvasinek nebo bakterií kyseliny octové), které pro svůj růst konzumují hlavně ve vodě rozpustné sacharidy a kyselinu mléčnou. Jako pomocné informace se používají další analýzy, jako je pH, úbytek hmotnosti a počty kvasinek na začátku a na konci testu aerobní stability. Kvasinky a plísně se uplatňují hlavně u hotových siláží, u nichž po otevření

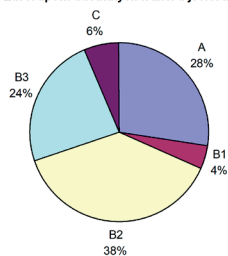
V systému hodnocení siláží, podle kterého se siláže hodnotí ve většině zemědělských laboratoří v ČR (Norma 2004), se bílkovinné a polobílkovinné siláže penalizují zápornými body již od obsahu 1,01 g kyseliny máselné v jednom kilogramu. Obsahují-li 10 a více gramů kyseliny máselné, jsou hodnoceny jako zdravotně závadné. Nejlepší jsou ty siláže, které neobsahují žádnou kyselinu máselnou.

Tabulka 6. Frakce dusíkatých látek dle systému CNCPS (Chalupa a kol., 1991)

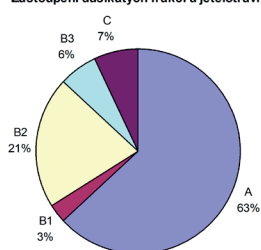
frakce	název frakce	enzymatické změny
A	NPN (Non-Protein-N), nebílkovinný dusík	
B1	chráněný rozpustný protein	rychlé
B2	protein rozpustný v neutrálním detergentu	variabilní
B3	protein rozpustný v kyselém detergentu	pomalé
C	protein nerozpustný v kyselém detergentu (lignifikované N-látky)	enzym. změny žádné, protein nestravitelný

## Změny frakcí N-látek silážováním

Zastoupení dusíkatých frakcí u jetelotrávy



Zastoupení dusíkatých frakcí u jetelotravní siláže



Velký nárůst podílu nebilkovinného dusíku!

Graf 8: Změny frakcí dusíkatých látek silážováním (frakce dle tabulky 6)

Změny frakcí dusíkatých látek (Tabulka 6) sestavili *Chalupa a kol. (1991)* do systému, který se nazývá CNCPS (The Cornell Net Carbohydrate and Protein System).

Frakce B3 má celulózoový základ a lze předpokládat, že unikne rozkladu v bacheru pomocí bakterií a nálevníků. Z obsahu frakce C lze usuzovat na intenzitu proběhlé Maillardovy reakce. Frakce N-látek se u pícnin silážováním mění, zejména narůstá obsah frakce A, tedy nebilkovinného dusíku (Graf 8).

### 3. 6. Faktory, které proces konzervace píče ovlivňují

Pro úspěšný průběh a výsledek procesu konzervace píče silážováním je potřeba splnit několik zásadních podmínek. Je to především rychlé vytvoření anaerobního prostředí. Čím

rychleji proběhne počáteční fáze kvašení, resp. fermentace a vytvoří se dostatečně kyselé prostředí, tím bývá siláž kvalitnější a stabilnější.

Silážování vyžaduje komplexní přístup, jeden článek silážní linky musí navazovat na druhý v čase i prostoru. Pokud se v jednom úkonu udělá chyba, může se to projevit v řadě dalších. Začíná to již výběrem plodiny, pokračuje způsobem jejího pěstování, sklizní, zpracováním řezanky, přidáním silážních přísad, plněním silážních prostor, dusáním silážovaného materiálu, zabezpečením anaerobního prostředí po celou dobu skladování siláže, a končí manipulací se siláží v procesu krmení.

Uvedené procesy jsou závislé na použití správné technologie a techniky. Technika musí být v perfektním stavu, aby nebylo nutné přerušit linku silážování z důvodu nějaké poruchy.

Je třeba využívat správná zařízení pro aplikaci inokulantů a konzervantů do silážované píce, na rozhrnování do silážního žlabu navážené řezanky, její dusání, anaerobní zakrytí fóliemi a na zatížení fólií. Neméně důležité je strojové vybavení pro vybírání siláží ze silážních prostor a manipulace s nimi v procesu tvorby TMR a krmení zvířat. Největší vliv na výsledek silážování má stále počasí při sklizni.

Rozdíly v průběhu procesu a jeho výsledcích závisí především na:

- **sklizené píci** – druh píce, její silážní zralost, obsah sušiny, energie, nutričních i antinutričních látek, osazení epifytní mikroflórou,
- **přidání silážního přípravku** – jeho zaměření, aktivita, účinnost, forma, množství,
- **zpracování silážované píce** – fyzikální, chemické, biologické,
- **způsobu uskladnění a zvoleného postupu prací** – anaerobní prostředí; jak rychle, nakolik, jak dlouho, za jakých podmínek vnějšího prostředí,
- **způsobu manipulace s hotovou siláží** – postup při odkrývání silážní fólie, způsob vybírání siláže ze silážních prostor, mechanické úpravy, za jakých podmínek,
- **vnějších vlivech** – počasí, poruchovost strojů, pracovní síly, předpisy, zákony, místní zvyklosti, hodnocení kvality (metody stanovení, rozsah, rutina).

### 3. 6. 1. Sklizená píce

Polobílkovinné a bílkovinné pícniny patří mezi středně až obtížně silážovatelné. Vojtěška je silážovatelná obtížně, podstatně hůře než trávy. U bylin záleží také na tom, zda jsou jem-

nolistnaté nebo hrubostonkové (hrubostonkové jsou silážovatelné obtížněji). I mezi silážovatelností trav jsou ale velké rozdíly. Velmi dobře silážovatelné jsou jilky a lipnice, hůře ostatní trávy, velmi obtížně především porosty srhy. Silážovatelnost jetele, jetelotrav, vojtěškotrav a jetelovojtěškotrav je střední. Velmi záleží na tom, který druh byliny nebo trávy ve směsi převažuje, což znamená, že je ho v porostu více než 70 %. Významným ukazatelem využitelnosti (výživné hodnoty) porostu může být i přítomnost plevelů, hlavně pampelišky. Podle přítomnosti pampelišky lze usuzovat, že se jedná o první seč. Pokud v travní siláži nenajdeme generativní orgány, pak lze usuzovat na druhou a další seč. Pokud se v siláži z druhé seče květy nalézají, pocházejí téměř výlučně z bojinku lučního, protože kvete velmi pozdě.

Mezi polobílkovinné pícniny lze počítat i hrách, bob, lupinu, čirok, obiloviny sklizené systémem GPS (Ganz Pflanzen Schrott, resp. siláž z drté obilovin) a jiné. Jsou většinou silážovatelné se střední obtížností. Většinou se sklízí napřímo, některé ale i dvojfázově se zavádáním. Pokud se leguminózy pěstují ve směskách s obilovinami nebo travami, podstatně se zlepší jejich silážovatelnost a tím i využití v živočišné výrobě jako částečná náhrada za drahá, dovozová bílkovinná krmiva jako je sója.

Kukuřice bývá lehce silážovatelná, ale jen za určitých podmínek – především co se týče sklizně ve vhodné vegetační fázi (ideálně ve 2/3 mléčné linie zrna), obsahu sušiny ne příliš nízkém (při sušině 28 % a nižší odtékají silážní tekutiny) ani příliš vysokém (nad 40 % sušiny se nedostatečně vytlačí z řezanky vzduch) a za vhodného počasí (když se do řezanky ne-



dostává bláto nebo prach). U kukuřice záleží také na volbě hybridu (pozor na hybridy stay-green, u nich se nelze řídit jen podle zralosti zrna), výšce strniště, případně použití dělené sklizně (LKS, resp. Lieschen Kolben Schrott, tj. silážovaná drť kukuřičných palic s listeny, nebo CCM, resp. corn cob mix, tj. silážovaná drť kukuřičných palic bez listenů). Hůře silážovatelné jsou také porosty poškozené mrazem, suchem, krupobitím, nebo napadené škůdci a plisněmi.

Proces fermentace píce silážováním závisí na několika faktorech. Jsou to:

- **dostatek ve vodě rozpustných sacharidů,**
- **přítomnost vhodných mikroorganismů,**
- **vhodný obsah sušiny, dostatečná vodní aktivita,**
- **nízká pufráční kapacita,**
- **požadované dusitanové minimum,**
- **nízký obsah sekundárních metabolitů.**

Úspěšnost procesu fermentace závisí hlavně na obsahu ve vodě rozpustných sacharidů (WSC), resp. na způsobu a rychlosti jejich rozkladu. Každý druh a kmen mikroorganismů je naprogramován na rozklad jiného spektra sacharidů. Proto také některé kmeny jsou pro danou rostlinu účinnější, jiné méně. Rozdíly ve spektru sacharidů mohou být i u rostlin stejného druhu, záleží totiž i na místě pěstování a intenzitě slunečního svitu v dané oblasti. V silážích se kromě WSC může stanovit také ESC (ethanol soluble carbohydrate, tj. sacharidy rozpustné v etanolu). ESC zachycuje monosacharidy, disacharidy, oligosacharidy a malou frakci fruktanů. WSC zachycuje všechny tyto komponenty plus zbývající fruktany. Vysoká hladina fruktanů u koní vyvolává laminitidu.

Rozdíl je také významný, když se krmí trávy v chladném období nebo trávy, které podstoupily stresující prostředí – ty mají tendenci obsahovat vyšší hladiny fruktanů.

Další podmínkou pro úspěšnou fermentaci je přítomnost vhodných mikroorganismů (hlavně LAB) v dostatečném množství a aktivitě. Aby se mohly LAB začít v silážované píci množit, musí být přítomny buď na rostlinách v podobě „žádoucí“ epifytní mikroflóry, nebo musí být ve startovacím množství a požadované aktivitě do silážované hmoty dodány. Stav epifytní mikroflóry na rostlinách i vývoj mikroflóry v silážích jsou v přímém vztahu k počasí, stanovišti, kde rostlina roste (jeho poloze, bonitě půdy, úrovni hnojení) a způsobu agrotechniky. Stále častěji se lze nyní setkat s tím, že epifytní mikroflóra je potlačena. Na rostlinách se nachází vhodné epifytní mikroorganismy v mnohem nižším počtu a méně vhodném zastoupení než dříve. To je také hlavní důvod, proč se mnohem více než dříve přidávají do silážované hmoty biologické přípravky. Mají nahradit chybějící mikroorganismy a fermentační proces rychleji nastartovat žádoucím směrem.

Homofermentativní LAB jsou ty, které dokáží v laboratorních podmínkách rozložit jednoduché sacharidy (glukózu a fruktózu) na 2 molekuly kyseliny mléčné s velmi nízkými ztrátami sušiny a energie. Při anaerobní fermentaci glukózy vzniká jen 118 kJ tepla. To je zhruba 24násobně méně tepla, než když reakce probíhá za přítomnosti kyslíku. Pro provozní podmínky se odhadují u této reakce fermentační ztráty sušiny a energie na zhruba 2 až 4 %. Fermentační ztráty u obtížně silážovatelných píceňin bývají zhruba dvakrát vyšší než u kukuřice.





Základními požadavky na homofermentativní LAB je rychle a účinně (tj. homofermentativně) prokvasit sacharidy zejména v prvních dnech silážování, kdy dochází k přeměně aerobního prostředí v anaerobní, a během asi dvou týdnů vytvořit tolik kvasných kyselin, aby pH pokleslo pod tzv. kritickou hodnotu (viz tabulka 5), při níž už se nemnoží ani nežádoucí klostridie. V prvních dnech se prosazují fakultativně anaerobní LAB (v přítomnosti kyslíku ho dýchají, jinak ho nepotřebují) a heterofermentativní LAB. Jakmile spotřebují kyslík, nastoupí obligátně (striktně) anaerobní LAB.

Úkolem heterofermentativních LAB je především vytvořit u píce (hlavně u kukuřice) tolik kyseliny octové nebo propionové, aby se potlačila nežádoucí činnost kvasinek a plísní v období provzdušnění siláží. Heterofermentativní LAB jako je *Lactobacillus buchneri*, *L. brevis* a *Leuconostoc mesenteroides* tvoří kromě kyseliny mléčné i oxid uhličitý, vodu a další metabolity, z glukózy navíc etanol, z fruktózy kyselinu octovou a manitol. Heterofermentativní bakterie při laboratorním testu např. přemění 180 gramů glukózy na 90 g kyseliny mléčné, 46 g etanolu a 44 g oxidu uhličitého. Ztráty sušiny při tomto způsobu rozkladu byly vyčísleny na 24,4 % a ztráty energie na 2 %.

Působením bakterií se kromě glukózy a fruktózy rozkládají i další monosacharidy (manóza, galaktóza, arabinóza, ribóza, xylóza), disacharidy (sacharóza, maltóza, laktóza, celobióza) a některé vyšší sacharidy, ovšem s trochu vyššími energetickými nároky a dost často s využitím přidaných hydrolytických enzymů.

Výhodou LAB je, že mají omezenou schopnost fermentovat aminokyseliny, na rozdíl od enterobakterií a klostridií, takže v konečném krmivu je protein uchován.

Ztráty energie při použití homofermentativních bakterií se pohybují kolem 3 %, zatímco při použití heterofermentativních bakterií (*Lactobacillus buchneri*), v závislosti na vznikajících produktech, dosahují ztráty energie až 20 % a ztráty sušiny až 29 %. Zvýšená produkce kyseliny octové při použití heterofermentativních bakterií zvyšuje aerobní stabilitu siláží, ale cenou za tento pozitivní efekt jsou poměrně velké ztráty sušiny a snížení energetické hodnoty siláží jako krmiva pro přežvýkavce ve srovnání s výchozí hmotou. Vzhledem k tomu, že základním požadavkem na fermentační proces je, aby se siláž co nejvíce podobala původnímu materiálu při sklizni, měly by být jakékoliv ztráty energie i sušiny minimalizovány. Použití heterofermentativních bakterií je proto z tohoto pohledu méně vhodné než použití homofermentativních bakterií. Další možností je využití chemických konzervačních přípravků, které účinně potlačují nežádoucí mikroflóru a s tím související potlačení fermentačních ztrát sušiny siláží.

Rozvoj, resp. množení bakterií snižují pufrací látky, jde především o rozpustné dusíkaté látky, zeminu, prach, olej ze špatně seřizované mechanizace, použité při navážení nebo dusání řezanky. Pufrací kapacitu (BC) zvyšuje i zbytkový obsah hnojiv nebo přípravků na ošetření pícnin. Pufrací kapacita se stanovuje titračně. Uvádí se v g kyseliny mléčné na 100 g sušiny při titraci 0,05 N NaOH do slabě růžového zabarvení, na pH 4.

Pro zajištění úspěšné fermentace stanovil Weissbach (1996) minimální (tzv. kritický) obsah sušiny v konzervované hmotě, které lze vypočítat s použitím následující rovnice:

$$\text{DMmin (\%)} = 45 - 8 \times \text{WSC/BC}$$

Kde: DMmin = minimální obsah sušiny;  
WSC = ve vodě rozpustné sacharidy;  
BC = pufráční kapacita

Pro bílkovinné a polobílkovinné píce je požadavek na minimální sušinu (resp. dostupnost vody pro mikroorganismy) vázán na kyselost, kterou bakterie v siláži vytvoří. Pokud se při fermentaci nedostane pH pod stanovenou hranici (uvedenou v tabulce 5), tak lze s velkou pravděpodobností předpokládat, že dojde k tzv. druhotné anaerobní fermentaci v důsledku namnožení klostridií. Siláž, resp. senáž se pak začne kazit. Pro potlačení růstu klostridií platí ještě jedna podmínka – a to je dusitanové minimum. Je nutné, aby v silážívaném píci byl alespoň jeden gram  $\text{NO}_3^-$  na kilogram sušiny. Nelze se tedy domnívat, že snížením dávek dusíkatých hnojiv při hnojení pícnin dojde ke zvýšení obsahu sacharidů a snížení tlumivé kapacity, tedy ke zlepšení silážovatelnosti nehnosených porostů v porovnání s hnojenými. Je-li pícnina hnojena se znalostí požadavků na její potřeby živin, je i lépe silážovatelná. Jakmile se obsah dusíkatých látek sníží pod tzv. dusitanové minimum, začne se v siláži zvyšovat přímo úměrně obsah kyseliny máselné. Souvisí to s tím, že dusík selektivně tlumí rozvoj klostridií.

Existují však výjimky. Některé rostliny mají specifické vlastnosti, které způsobují horší či lepší výsledky silážování, než lze předpokládat podle poměru WSC/BC, obsahu sušiny, nitrátů či přítomnosti epifytní mikroflóry. Lze to přičítat jejich sekundárním metabolitům, taninu, nisinu a dalším. Některé rostliny tak mají antibiostatický efekt, jiné odolávají mikrobiální degradaci bílkovin ve fázi kvašení, další jsou schopny zlepšit aerobní stabilitu siláží. U běžných pícnin za normálních podmínek bývá podíl čpavku z celkového obsahu dusíkatých látek kolem osmi procent, u některých rostlin tento podíl nepřekročí tři procenta. Tyto rostliny, které většinou patří mezi byliny používané v lékařství, jsou předmětem výzkumu. Trendem je nacházení nových možností ve využití přírodních antimikrobiálních látek jako je lysozym ve vejcích, brusinky, cibule, česnek, ředkvičky, křen a mnohé další rostliny, z nichž některé lze vyrábět synteticky.

### 3. 6. 2. Přidání silážního přípravku

Každý druh silážního přípravku má své přednosti, ale i nedostatky. Některá schopnost jednoho druhu přípravku může být pro někoho výhodou, pro jiného nevýhodou. Proto je dobře, když je z čeho si vybírat.

- Silážní přípravky se při přípravě siláže do silážované hmoty přidávají z následujících důvodů:
- aby se snížilo riziko, že proces fermentace proběhne s vyššími ztrátami,
- aby siláž zfermentovala lépe a bez velkých ztrát,
- aby se u vlhkých siláží alespoň částečně omezil odtok silážních tekutin,

- aby siláž déle vydržela a nekazila se v průběhu skladování,
- aby po otevření sila byla siláž ještě co nejdelší dobu aerobně stabilní.

#### Silážní přípravky lze dělit podle:

- **druhu** na biologické, chemické a kombinované,
- **funkce** na stimulační fermentaci, inhibující fermentaci, potlačující aerobní degradaci, upravují prostředí,
- **formy aplikace** na tekuté a sypké.

Žádný silážní přípravek nemůže nahradit správnou faremní praxi. Použije-li se při silážování vhodný silážní přípravek, většinou dojde k rychlejšímu navození správného fermentačního procesu, který pak probíhá "kultivovaněji", rychleji a s nižšími ztrátami hmoty i energie. Silážní přípravky a přísady mohou významně snížit ztráty, zvýšit kvalitu siláže, její aerobní stabilitu, případně zvýšit příjem siláže zvířaty a jejich užitkovost, ale ne vždy, a ne vždy ve stejné míře. Dost záleží i na výběru toho správného přípravku a na jeho správné aplikaci.

Bez znalostí biochemie silážování a různých souvislostí lze jen stěží určit, který přípravek a v jakém množství bude pro danou píci optimální. Důležité je, aby měly bakterie (ať již přidané nebo ty, které se v silážované hmotě vyskytují) dostatek dostupných sacharidů a vhodné prostředí pro svůj rozvoj. Pokud toto nemají, jejich nadbytek nic nevyřeší. U některých chemických přípravků je problém jiný. Pokud je dávka kyselin příliš nízká, mohou nevhodné bakterie využívat ke svému růstu a množení i tyto kyseliny.

Ekonomiku používání biologických silážních přípravků nedělá jejich aplikační množství na tunu píce, ale jejich správný výběr pro daný druh silážovaného krmiva a dodržení alespoň základních technologických požadavků na jeho zpracování.

### 3. 6. 3. Zpracování silážované píce

Pícniny se sklízí se zavádáním, případně bez zavádání. Při rozhodování o technologických postupech sklízně a konzervace je nutné především respektovat reálné možnosti a potřeby zemědělských podniků pro současné i nadcházející období a přihlížet k tomu:

- jaké krmné plodiny a v jakém stavu budou sklizené a konzervované,
- jaké je technologické a technické vybavení podniku, popřípadě jaká je dostupnost a ekonomická výhodnost využití služeb,
- pro jaké kategorie zvířat a intenzitu užitkovosti budou krmiva určena a kdy a jak budou zkrmována.

Možností, jak pícniny sklízet, je celá řada, od využití řezaček, sběracích vozů, či lisů po silážování do horizontální či vertikálních sil, do balíků, či vaků. Jednoznačné doporučení není možné, neboť lze volit z řady postupů a jejich kombinací, a navíc podmínky v každém podniku jsou specifické. Kritériem volby technologického postupu je často i dosažení co nejnižších nákladů na produkci objemného krmiva.

Sklidit píci v optimálním termínu bývá velkým oříškem nejen z pohledu počasí, ale i z hlediska přesnosti určení změn v chemickém složení pícniny a stravitelnosti, což ovlivňuje nejen výživnou hodnotu siláže, ale i silážovatelnost.

Doporučení v tomto směru je celá řada, vždy však záleží hlavně na konkrétních podmínkách.

S využitím výkonnější a přesnější mechanizace se podstatně urychluje zavádání píce pro konzervaci, řezanka je lépe pořezána, silážní přípravky rovnoměrněji aplikovány a hmota v silážním prostoru lépe rozvrstvena, udusána a anaerobně izolována od vnějšího prostředí.

Při sklizni píce se již používají žací stroje vybavené různými prstovými či pryžovými kondicionéry. Jednou z posledních novinek je pásový shrnovač píce. Jeho systém prstového sběracího zařízení pracuje s vyšší účinností sbírání než klasické rotorové nahrabovače. Důležitější však je podstatně nižší prašnost (a tím i předpoklad nižší pufrční kapacity píce) a výrazně snížená kontaminace nežádoucí mikroflórou (která tvoří konkurenci mléčným bakteriím). Posečená píce zasychá rychleji, když je suché počasí. Při takových podmínkách však může při úpravách pokoseného porostu docházet ke zviřování prachu. Jakmile se prach dostane do píce, zvýší se v ní podíl popelovin, což má za následek zvýšení tlumivé pufrční kapacity v siláži. Fermentační proces pak probíhá pomaleji a s mnohem většími ztrátami. V tomto ohledu je mechanizace, která dobře kopíruje terén, nevytrhává drny a tedy i nevíří prach (nebo jen velmi málo) tzv. k nezaplacení, zvláště, probíhá-li sklizeň píce ve zhoršených podmínkách.

Sušina bílkovinných a polobílkovinných siláží, vztažená k fermentačnímu procesu, má nezastupitelný význam. Správná sušina silážované píce je přirozeným konzervantem – dochází ke zvýšenému osmotickému tlaku, což zabíjí méně odolné mikroorganismy. Doba pone-

chání posekané hmoty na pokosu by neměla přesáhnout dva dny, píce by neměla zmoknout. Čím déle leží hmota na poli, tím více dochází k aktivaci negativní epifytní mikroflóry. Tím je ohrožován výsledek fermentačního procesu a obsah živin v siláži (jak prodýcháním, tak nárůstem proteolýzy). Zároveň se může snížit zdravotní nezávadnost siláže. Přeschne-li píce, podstatně se zvýší riziko ztrát jak na poli odrolem, tak nevhodnou fermentací i zaplísněním v důsledku vyššího obsahu kyslíku, protože se ze silážované píce hůře vytěsňuje. Jakmile u zavadlé píce v důsledku ztráty vody začnou opadávat lístečky (u vojtěšky, jetele), zůstane na poli (nebo na louce) to nejcennější, co jsme vypěstovali. Dříve se doporučovalo silážovat bílkovinné a polobílkovinné picniny při sušině 38 až 42 % (Příkryl a kol., 1988). Při této sušině ztráty na poli zhruba dvojnásobně převyšují ztráty prodýcháním a fermentací. Proto se nyní nově doporučuje silážovat při sušině 32 až 36 %. Jakmile se sušina zvýší nad 52 %, rychle narůstají ztráty fermentační v důsledku nedostačitého vytěsnění vzduchu z konzervovaného materiálu.

U kukuřice je novinkou použití procesoru Shredlage, který umožňuje získat delší řezanku s podélně narušenými stonky (ale zároveň i s rozdrčeným zrnem) než při klasickém řezání a použití corncrackeru. Z pohledu fermentace silážované hmoty v silě potřebujeme řezanku co nejkratší a nejvíce narušenou (tj. stébla podélně rozštípnutá, kolínka a zrna rozdrčená), z pohledu fermentace v bachoru však potřebujeme, aby strukturálnost TMR umožňovala zachovat základní fyziologickou funkci přežvýkavců, to je přežvýkování.

### 3. 6. 4. Způsob uskladnění

Pro správné vytěsnění vzduchu ze silážované hmoty je velmi důležitá nejen použitá mechanizace, ale i strategie postupu plnění silážních prostor.

Navážení řezanky do silážních prostor musí navazovat na práci řezačky. Píci lze z pole přivážet různými dopravními prostředky, například traktory s přívěsy a nákladními automobily. Ke zvýšení jejich kapacity se doporučuje namontovat na ně silážní nástavbu. Většinou lze na poli pozorovat dobrou souhru řidiče řezačky a řidiče dopravního prostředku, na zem jim nic nespadne a na poli téměř nic nezůstane. Novější řezačky jsou totiž vybaveny elektronickým řízením plnění návěsu, řidič řezačky se tedy tímto nemusí zabývat. Jsou ale i tací, kteří přepínají silážní nástavbu a zanechávají na poli i po cestě mnoho zbytků.

Velmi důležité je, jakým způsobem se dostává řezanka do silážních prostor. Často se setkáváme s tím, že dopravní prostředek zajíždí dovnitř silážního žlabu a tam řezanku vysype. Zanáší se tím do konzervované hmoty mnoho nečistot a bakterií. Lepší je, když řidič vysype náklad na kraj žlabu a rozhrnovací prostředek naveze a rozveze hmotu tam, kde je to třeba. Výhodné je naskladňovat řezanku do silážního žlabu od zadního čela, tzv. do klínu.

Pro kvalitu dusání je důležité zvolit správný způsob nahrnování a rozvrstvování silážované hmoty. Pro tyto účely se používají různé typy traktorů nebo nakladačů s čelně neseným hrablovým či lopatovým zařízením. Radlice mívají různý tvar. Kola traktorů či nakladačů urč-

ných k nahrnování a rozvrstvování silážované hmoty se doporučuje zdvojit, stroj pak může po řezance dobře pojíždět a při jejím hnutí se nezabořuje. Je však třeba počítat s tím, že pojezdem takového stroje po řezance nelze zajistit její dostatečné udusání.

V některých podnicích právě navezenou řezanku rozprostírají speciální rotační rozvrstovače. Rozvrstovač je připojen na třibodovém závěsu k traktoru. Jedná se většinou o buben s lopatkami, umístěnými na něm do spirály. Při jízdě se buben otáčí a hmotu rovnoměrně rozprostírá tak, aby ji mohl dusací stroj co nejlépe ztuhnout.

V poslední době má sklízecí technika příliš vysoký výkon (zejména při sklizni kukuřice) a tudíž silážní hmota je nedostatečně udusána. V tomto případě je nutné redukovat množství navážené hmoty do silážního prostoru v závislosti na míře udusání siláže. Čím je hmota sušší a řezanka méně narušená, tím by dusané vrstvy měly být nižší, navíc dusání by mělo být intenzivnější nebo delší. Optimální výška jedné vrstvy je 15 cm, maximální 25 cm. Čím vyšší jsou vrstvy, tím obtížněji se z nich vytlačují vzduch, protože tlak se vertikálně rozkládá – čím hlouběji, tím je nižší. Nadměrný přísun řezanky do silážního žlabu má na zajištění potřebné objemové hmotnosti velmi negativní vliv. Stává se to zvláště u kukuřice. Když není řezanka řádně udusána, pak se není čemu divit, že siláž je nekvalitní a navíc nestabilní. Zbytekový vzduch, který se ze silážovaného materiálu nedostane ven dusáním nebo lisováním, jsou na začátku fermentačního procesu schopny spotřebovat aerobní či fakultativně aerobní mikroorganismy, ovšem s poněkud vyššími ztrá-

tami, než když fermentace probíhá v anaerobním prostředí – prodlužuje se tak aerobní fáze silážování.

Denně by se mělo do silážního žlabu naskladnit tolik materiálu, aby vrstva byla nejméně 50 cm vysoká. Čím je do žlabu navezeno více silážní hmoty, tím je její udusání větší, ať již její hmotností, tak i omezeným pružením. Přerušili se plnění, nemělo by se začínat dusáním, ale navezením nové vrstvy. Poslední vrstva by měla být co nejtenčí, a ne moc suchá. Jako poslední vrstvu je vhodné navézt hmotu zavadlou na nižší sušinu. S tím je ale nutné předem počítat a připravit si ji. Pokud to nelze zajistit, je nutné zvážit zvlhčení materiálu pokropením vodou.

Horní vrstvu (nebo i několik horních vrstev) naskladněné řezanky, zvláště má-li vyšší sušinu, se doporučuje ošetřit protiplísňovým chemickým konzervantem (nejlépe na bázi kyseliny benzoové nebo sorbové), nebo inokulantem s heterofermentativními bakteriemi, které ve vyšší míře produkují kyselinu octovou nebo propionovou, čímž podpoří aerobní stabilitu siláže po otevření siláže. Aplikace přímo na silážním žlabu však není jednoduchá. Přípravky při styku s vlhkým materiálem rychle reagují. Projevuje se to tím, že silně čpí, což je nejen nepříjemné, ale může to být i zdravotně závadné. Lepší je granulovaná forma, u které nastává reakce s větším zpožděním.

Nemělo by se podceňovat správné rozhrnutí řezanky v silážním žlabu. Velmi často se lze setkat s nerovnoměrně udusánými vrstvami píce, což často souvisí právě s tím, že někde byla dusána vyšší vrstva a jinde nižší. Projevuje se to

zvláště v blízkosti silážní stěny. Tam by se mělo dusat intenzivněji, ale zároveň opatrněji, aby se nepoškodila stěna silážního žlabu, případně boční fólie (plachta), která je na ní připevněna. Je třeba si uvědomit, že u stěny silážního žlabu se na vyvíjení tlaku na jednotku plochy aktivně podílí jen jedna strana dusacího prostředku, na rozdíl od toho, když prostředek pojíždí uprostřed žlabu. Z toho důvodu se doporučuje dusat u stěny intenzivněji, tzv. pojezdit řezanku dvakrát častěji než uprostřed žlabu. Několikrát přejezd dusacího prostředku rychle za sebou po jednom místě podstatně sníží pružnost materiálu, materiál se nestačí zvednout. Měření ukázalo, že trojí přejezd je dostatečný.

V současné době je jako nejlepší považováno dusání pomocí prostředku, který je vyroben ze železničních kol. Kola jsou na bytelné hřídeli, která je pomocí pevného rámu upevněna na tříbodovém závěsu zadní hydrauliky těžkého traktoru. Pracovní záběr by měl být vždy větší, než je šířka traktoru. Rám by neměl být vně kol. Obvyklá hmotnost stroje je kolem tří až čtyř tun, ve výrobě je ale již dusač s hmotností šest tun. Hmotnost však není rozhodující, dusání zajišťuje především tvar železničních kol a několikrát přejezd na jednom místě.

Rozřezání a udusání silážované hmoty lze zpětně posoudit nejen podle výsledné kvality fermentace, ale i podle objemové hmotnosti siláže. Vyžaduje se, aby siláž měla objemovou hmotnost (resp. zaujímal prostor potřebný k uložení 100 kg krmiva) alespoň takovou, jaká je vyznačena v tabulce 7. Obvykle se u siláže s vyšší sušinou dosahuje nižší objemové hmotnosti než u siláže se sušinou nižší.

Tabulka 7: Požadavky na objemovou hmotnost a potřebný prostor k uložení silážovaného krmiva

druh krmiva	objemová hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]	objem siláže [m <sup>3</sup> /t]
mačkané zrno	800–950	1,25–1,05
kukuřičná siláž	600–750	1,67–1,33
vojtěšková siláž	550–650	1,82–1,54
jetelová siláž	600–700	1,67–1,43
travní siláž (sušina 25–35 %)	600–680	1,67–1,47
travní siláž (sušina 35–45 %)	550–600	1,82–1,67

U travní siláže lze například odvodit, že při sušině asi 35 % by měla být objemová hmotnost 600 kg na metr krychlový a vyšší. Čím bude sušina nižší, tím rychleji bude narůstat objemová hmotnost. Objemovou hmotnost lze uvádět i v kilogramech sušiny na metr krychlový. Například při sušině 25 % a objemové hmotnosti čerstvé siláže 680 kg/m<sup>3</sup>, bude objemová hmotnost sušiny siláže 170 kg sušiny/m<sup>3</sup>.

Objemová hmotnost lisovaného materiálu, nebo materiálu skladovaného v silážních věžích, bývá i o dvacet procent vyšší než u materiálu dusaného v silážním žlabu. Ve vacích, ani v silážních věžích však nebývá objemová hmotnost stejná v celém objemu (profilu). V horní vrstvě, u vaků i v horní třetině na bocích, bývá objemová hmotnost nižší. U vaků se dokonce v těch místech mohou tvořit kapsy vyplněné vzduchem, které se táhnou po celé délce vaku. Tím se ovšem vzduchem kontaminuje siláž v celém vaku.

Objemovou hmotnost lze v praxi odhadovat podle údajů o množství navezené hmoty, její sušiny a rozměrů silážního žlabu. Měřit

lze penetrem, který zaznamenává odpor materiálu vůči bodci, který se zasouvá do siláže. Aerobní znehodnocování siláží je funkcí difuzní konstanty materiálu, která závisí hlavně na jeho poréznosti (mezerovitosti, pórovitosti). Mezi porézností a objemovou hmotností je lineární vztah, který se mění s různou vlhkostí materiálu. Čím bude materiál vlhčí, tím bývá méně porézní a jeho objemová hmotnost bývá vyšší.

Důležitým předpokladem pro správné zakrytí silážované píce je naplnění silážního prostoru do takového tvaru, aby ze zakryté plochy odtékala dešťová voda směrem ven ze silážního žlabu. Navýšení materiálu uprostřed žlabu by nemělo být vyšší než jeden metr nad výškou silážní stěny (záleží však na šířce žlabu). Jde nejen o bezpečnost obsluhy strojů a intenzitu udusání hmoty, ale i možné komplikace při odběru siláže pro krmení. Před položením fólií, které by měly silážovanou hmotu izolovat od vnějšího prostředí, se doporučuje po povrchu několikrát přejet polním válcem naplněným vodou, čímž se povrch urovná a fólie pak k němu dobře přilne (nezůstane pod ní tolik vzduchu).

Vzduchotěsná a vodotěsná izolace řezanky, naskladněné do silážního žlabu, je zásadní podmínkou pro úspěch silážování, resp. pro průběh a výsledek fermentace siláže. Udusanou píci v silážních žlabech nebo na nezpevněných hromadách je třeba vzduchotěsně izolovat od vnějšího prostředí co nejrychleji. Lze k tomu využít různé typy fólií, které je nutné něčím zatížit, popřípadě ochránit před poškozením. Pro jejich využití existuje několik postupů (způsobů, systémů). Žádný způsob zakrytí, byť v něm bude použita nejkvalitnější fólie, nemůže být účinný, pokud vzduch nebo voda bude pronikat pod fólii od stěny silážního žlabu, ve spojích mezi fóliemi, nebo z otvorů vzniklých porušením fólie.

Kyslík a vlhkost může do silážované řezanky pronikat i skrz silážní stěnu. Ta by měla být hladká, bez spárů a opatřená vhodným izolačním nátěrem. Významným momentem pro dosažení dokonalé izolace silážované hmoty je použití boční plachty (fólie) na silážní stěně. Nemusí být zakryta celá stěna, stačí jen pruh, který izoluje horní, nejméně metr vysokou vrstvu silážované hmoty. Boční plachta (fólie) by měla být široká nejméně dva metry, aby nejméně metr široký pruh zbyl na zakrytí horní vrstvy silážované hmoty. Silážovaná hmota plachtu (fólii) přitlačí ke stěně, čímž se do siláže nedostane vzduch ani voda. Nemusí se vždy použít nová, mnohdy stačí již jednou použitá silážní plachta, nebo fólie z vaků. Boční izolace je navíc velmi důležitá, když jsou v silážní stěně praskliny. Trochu problém může být s uchycením plachty (fólie) na stěně žlabu tam, kde naskladňovaná hmota již nedosahuje plné výšky silážní stěny. Lze to řešit jejím navinutím na latě (prkna) a jejich připevněním ke stěně (prkno

dlouhé čtyři metry udrží dva vruty). V místech, kde výška silážované hmoty bude zhruba stejná jako výška silážní stěny, stačí boční plachtu (fólii) pouze přes stěnu silážního žlabu přehodit a zatížit proti odfouknutí větrem, například pomocí pneumatik nebo zátěžových pytlů.

Doporučený postup zakrytí (viz schéma 2) je následující: Jakmile se do silážního žlabu naskladní poslední vrstva silážované hmoty, zbytkem plachty (fólie), opět o šířce nejméně jeden metr, se překryje. Dalším krokem je položení krycích fólií (plachet) tak, aby překrývaly boční plachtu (fólii). Mívají nejen různou velikost a barvu, ale i kvalitu. Pro zakrývání s využitím silážních fólií existuje několik systémů, v zásadě dva, klasický (v zahraničí označovaný například jako systém RKW nebo RANI) a novější, tzv. SILOSTOP.

Klasický systém (v současnosti u nás nejčastěji používaný) spočívá v tom, že se silážovaná hmota zakrývá dvěma nebo třemi vrstvami. Podkladová fólie (tzv. transparentní, přísavná) bývá slabší (nejčastěji 0,04 mm) a průhledná – velmi dobře k povrchu přilne (protože má opačný statický náboj než silážovaná hmota). Horní fólie (plachta) je silnější (nejčastěji 0,12 až 0,2 mm), černobílá, třívrstvá, se stabilitou proti UV záření na jeden rok. Její kvalita bývá závislá na tom, kolik bylo při její výrobě použito regenerátu. Dříve používané černé plachty pohlcují teplo, což může vést k podpoře teplotnějších kmenů bakterií, případně i ke kondenzaci par na spodní straně plachty. Proto se začaly používat plachty s jednou stranou bílou a druhou (spodní) černou. Mezi oběma vrstvami (fólií a plachtou) se vytvoří vzduchová izolační vrstva, která vyrovnává kolísání teplot



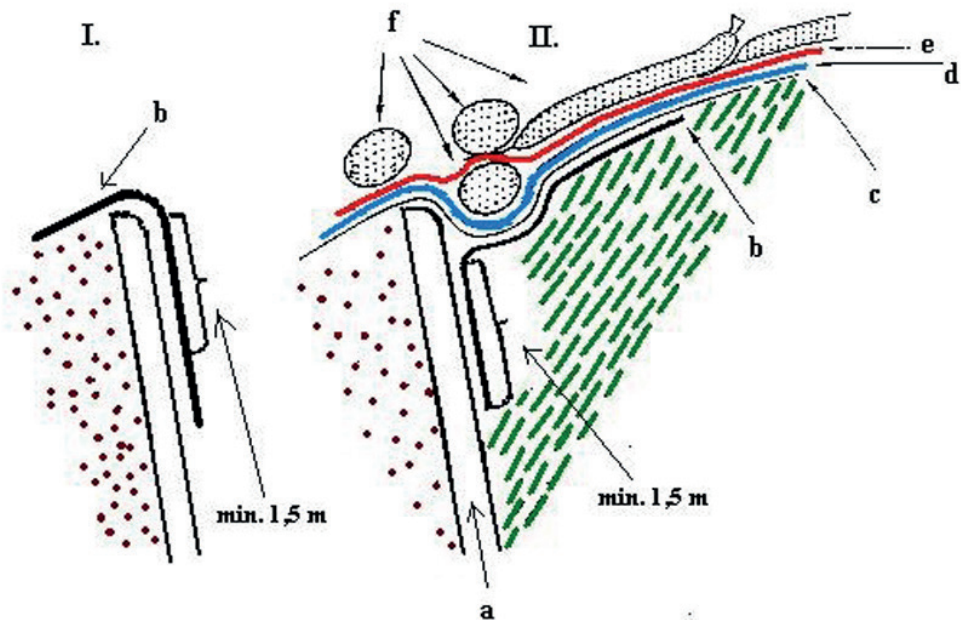


Schéma 2: Doporučený způsob anaerobního zakrytí silážované píce

Vysvětlivky: I. – pohled na uložení boční fólie (b) před naskladněním siláže; šipka ukazuje, že boční fólie by měla být spuštěna z horního okraje silážní stěny minimálně 1,5 metru, II. – pohled na způsob zakrývání silážované píce, a – stěna silážního žlabu, b – boční fólie, c – vrchní tenká fólie, d – vrchní silná fólie, e – krycí síť, f – zátěžové pytle naplněné šterkem

a omezuje zvlhčování silážované hmoty kondenzací par. U siláží kukuřičných či z mačkaného zrna se přes vrchní plachtu ještě někdy přehazuje ochranná síť proti poškození od ptáků, hlodavců, koček. S použitím jen jedné, silnější černobílé nebo černé plachty, což dříve bývalo běžné, se lze setkat již jen velmi ojediněle.

Nově se začal více využívat systém SILOSTOP, který je založen na vysoce kvalitních fóliích s mnohánásobně nižší průchodností vzduchu, než jaká je u transparentní fólie

i černobílé silážní plachty. Zakrytí tímto systémem má dvě varianty. V té první se používá průhledná bariérová fólie (CLEER) o tloušťce 0,045 mm, která by měla být zakryta průmyslovou tkaninou s UV filtrem SILOSAT. U druhé varianty se používá neprůhledná bariérová fólie s UV filtrem (GOLD) o tloušťce 0,05 mm, která by měla být zakryta síťovinou SILONET. Tkanina má hmotnost 200 g/m<sup>2</sup>, síťovina 220 g/m<sup>2</sup>. Většímu rozšíření tohoto systému zatím brání jeho vyšší cena, ve srovnání se systémy klasickými. Kvalita zakrytí je však vyšší.



V některých podnicích systémy kombinují. Místo transparentní, pro vzduch propustné fólie použijí fólii CLEER, a tu zakryjí černobilou plachtou. Místo průmyslové tkaniny s UV filtrem pak k zatížení plachty použijí jen zátěžové pytle. Důvodem je často prostý fakt, že zátěžová tkanina nebo síťovina se v zimním období obtížně odstraňuje a čistí (mají u silážního žlabu listnaté stromy).

Fólie i plachty jsou již většinou dodávány v rolích. To usnadňuje jejich natažení na silážovanou hmotu. Skrz papírový střed role se prostrčí železná trubka. Tu uchopí dva muži, nebo se zavěsí na rameno nakladače (některé plachty mají hmotnost až 400 kg). Takto uchycená fólie nebo plachta se rozbálí po celé středové délce žlabu. Fólie a pak plachta se pak postupně roztáhne až ke stěnám žlabu. Je při tom nutné dávat pozor, aby se na fólii i na plachtu nešlapalo. Zvláště slabá průhledná fólie je k roztržení nebo perforaci náchylná. Způsob práce s fóliemi, po kterých se šlape, není vhodný.

V zahraničí, ale už i u nás se objevují i další systémy zakrytí silážované píce v silážních žlabech (často se silážní žlab již s předpokládanou technologií zakrývání staví). Nové technologie zakrývání jsou sice náročnější na počáteční investici a pracnost, jsou ale použitelné i několik roků, a tak se většinou i ekonomicky vyplatí.

Silážuje se ale i do dlouhých rukávců a obřích balíků. Každá technologie má svoje požadavky, které je nutné dodržet. Například když se obří balík obalí jen čtyřmi vrstvami strečové fólie, je to málo. Po nějaké době se v balíku začnou množit plísně, nejčastějším *Penicillium roqueforti*.

Aby se zabránilo pronikání vzduchu z vnějšku k silážované píci, je nutné fólie a plachty řádně zatížit. Zatížení fólie (plachty), alespoň po celém jejím obvodu, je další podmínkou úspěchu a fungování systému. Takové zatížení není možné zajistit s využitím pneumatik – i když se přisunou těsně k sobě, vždy ještě nějakou skulinou může vzduch proudit. Ten může být přímo nasáván, nedostatečně přitlačené fólie totiž mohou působit jako membránové pumpy. K poškození (potrhání, či perforaci) fólie (plachty) může docházet také působením větru a mrazu, případně projde-li se po ní člověk v botách s ostrými podpatky, navíc když nese dvě pneumatiky. V jeho „stopách“ pak na povrchu siláže vyrostou plísně. Aby nedocházelo k prošlápnutí fólie nebo plachty, lze na místa, kudy se bude chodit, natáhnout pásy síťoviny. Ochranou proti perforaci fólie prošlápnutím je také dobře udusaný podklad a vhodný způsob rozvinutí fólie.

K zatížení je možné používat kromě pneumatik také panely, důlní pryžové pásy, plachty z průmyslové tkaniny, síťovinu, balíky slámy. Každý z uvedených způsobů má své přednosti i nedostatky.

Jako ideální se jeví zatížení fólii položením zátěžových pytlů (SILOBAG) po jejím obvodu, ve spojích mezi fóliemi a šachovnicově uvnitř volných ploch tak, aby mezi podélně uloženými pytli nebyla mezera větší než pět metrů (lépe čtyři metry). Uvnitř takto vytvořených čtverhranných ploch není nutné pokládat další zátěže. Pro úplné zakrytí povrchu siláže jsou určující rozměry plachet. Překrytí na sebe navazujících plachet by mělo být nejméně jeden metr. Všechny spoje a okraje plachet musí být



zatíženy po celé délce, nejlépe dvěma řadami pytlů položenými jeden za druhým tak, aby se vzájemně překrývaly (plnou část jednoho pytle je nutné pokládat přes prázdnou část toho druhého). Zatížit je nutné i ochranné síťe a tkaniny.

Investice do zátěžových pytlů se mnohanásobně vyplatí. Pytle jsou levné a jejich naplnění štěrkem nebo kačirkem (nejlépe o velikosti 8 až 12 mm) jednoduché. Stačí na to malý kbelík. Pytle se nesmí přeplňovat, stačí jen do 75 % objemu. Pytel pak dobře přilne k podkladu. Nedoporučuje se plnění pytlů pískem, protože ten v zimě váže vodu. Při mrazech pak voda zmrzne, materiál zvětší objem a pytel může prasknout. Jemný písek se také může z pytlů vyplavovat. Pytle mají vetkaný uzávěr (šňůrku) a zpevněný průhmat, za který se pytel může uchopit, což usnadňuje jeho nošení. Častou chybou je nevhodné zacházení s pytlí. Není dobré je při vybírání siláže ze žlabu shazovat dolů. Lehce se mohou roztrhnout.

V poslední době se zvláště u siláží z kukuřice používají jako ochrana před ptáky, kteří do plachty „proklouvu“ díry (nebo např. před kočkami, které jsou schopny plachtu „rozškrábnout“ svými drápy) používají síť. Horší je to s hraboši. V určitých lokalitách dochází při zvýšeném výskytu hrabošů k perforaci plachty. Škody, způsobené aerací siláže způsobené hraboši bývají vysoké.

### 3. 6. 5. Způsob manipulace s hotovou siláží

Jakmile dojde k otevření sila, začne na siláž působit kyslík a postupně dochází k množení kvasinek, plísní a nežádoucích aerobních bakterií a s tím souvisejícím zvyšováním ztrát

organické hmoty. Degradací procesy jsou doprovázeny zvýšením teploty siláže, obzvláště v letním období. Proto je velmi důležité, jakým způsobem se odkrývají silážní fólie a zátěže, i jakým způsobem probíhá vybírání siláže ze silážních prostor.

Po odhrnutí plachty a fólie je vhodné položit zátěžové pytle na srolovanou plachtu v nepřerušované řadě (raději ve dvou řadách) po celém horním okraji čela siláže. S postupným odebráním siláže a odhrnováním plachty se posouvají i zátěžové pytle. Prostor mezi zakrytou a nezakrytou částí siláže lze odhadnout změněním aerobní stability. Z horní vrstvy siláže se odebere vzorek o hmotnosti cca 3 kg a vloží se do igelitového sáčku nebo nějaké nádoby. Sáček i nádoba musí zůstat otevřené, aby mohl k siláži vzduch. V pravidelných intervalech se změní teplota, nebo se použije teplotní čidlo, napojené na sledování pomocí wifi techniky. Když teplota siláže stoupne o 3 °C nad teplotu okolí, je to přesně ta doba, po kterou může být horní vrstva siláže odkrytá.

Aerobní degradaci hotové siláže po otevření sila je možné zabránit především řádným udusáním silážované hmoty při zakládání siláže a u hotové siláže správným postupem při odkrývání silážní fólie, s cílem, zvláště v letním období, omezit na minimum přístup vzduchu k siláži. Jen tak se v siláži potlačí růst kvasinek, plísní a aerobních bakterií. U siláží ošetřených biologickými přípravky je mikroflóra utlumena rychlým snížením pH, ale u siláží, které jsou chemicky ošetřeny, dochází k potlačení nežádoucí mikroflóry a tudíž takové siláže bývají stabilnější. U glycidových siláží je to s aerobní stabilitou horší problém – protože je v nich více

živin, jsou zdrojem sekundární fermentace, což způsobuje zahřátí siláže a s ním spojeným rozkladem organické hmoty.

Se stoupající teplotou okolí se aerobní stabilita siláží (zvláště kukuřičných) snižuje. S vědomím toho, že silážní přípravky, zabezpečující aerobní stabilitu, ale znamenají i o trochu vyšší ztráty, tak abychom se toho vyvarovali je dobré naplánovat použití přípravku pro zabezpečení aerobní stability tak, aby siláž jím ošetřená byla zkrmována v letních měsících (při nízkých venkovních teplotách se siláž tolik nekazí).

### 3. 6. 6. Vnější vlivy

Kvalitu silážování může ovlivnit mnoho faktorů, patří k nim zejména:

- počasí (někdy předpověď nevyjde; jindy prší, právě když je pro sklizeň optimální termín),
- druh a stav strojů (připravenost, poruchovost), přístrojů a potřeb pro silážování,
- zvolené technologické postupy a jejich dodržování
- kvalita práce a s tím spojená informovanost lidí, zapojených do procesu silážování a následné manipulace se siláží při krmení zvířat,
- předpisy, zákony, místní zvyklosti,
- metody stanovení, způsoby hodnocení kvality siláže.

Počasí ovlivnit nelze, lze ho však předvídat. Významným pomocníkem při plánování sklizně v závislosti na počasí se stal internet. Agronom by měl být ale i v přímém kontaktu s meteorologickou stanicí a nespolehat se jen na předpověď, kterou si poslechne při občasném zapnutí rádia nebo televize. Je třeba počítat i s tím, že

ve velkém podniku mohou být na různých místech odlišné mikroklimatické podmínky. V zastíněných místech, v mrazových kotlinách či na podmáčených loukách bude mít kukuřice jinou sušinu než tam, kde jsou podmínky lepší. Chybí-li patřičné informace o vývoji počasí, je někdy výhodnější sklízet i za deště než senážní linku přerušit. Přerušeni by pak mohlo trvat i několik dnů.

Základním požadavkem, stejně jako u silážních prostor, je čistota strojů. Silážování je především mikrobiální proces a jakékoliv znečištění rozvoj bakterií mléčného kvašení oslabuje. I dnes se totiž lze setkat s tím, že stejná technika, určená k manipulaci s krmivem, se používá i na další činnosti spojené např. s hnojením. Stále více se uplatňují stroje s větším výkonem a vyšší automatizací procesů s využitím elektroniky. Je třeba dát pozor, aby při snaze dosáhnout vysokých výkonů nedocházelo ke zhoršení kvalitní přípravy píce pro fermentaci, případně k problémům s fungováním silážní linky. Výkony strojů v silážní lince musí na sebe navazovat. Za účelem konzervace je třeba sklízet porosty dobře zapojené. Dostatečná produkce hmoty je nutná i pro plné využití pracovních vlastností sklizňových strojů.

Jen málokterá činnost na farmě vyžaduje tolik týmové práce, pracovního nasazení a správného odhadu jako silážování. Právě proto, že tak moc záleží na tom, v jaké vegetační fázi se kukuřice poseká, jak kvalitně se zpracuje, naveze do silážních prostor, vytěsni se z ní vzduch a izoluje se od vnějšího prostředí, je třeba v daný čas sklizně dát této práci přednost před jinými. Mnoho prací na farmě může počkat, silážování ne. V případě nedodržení

optimálních termínů pro sklizeň nastávají ztráty. Zrání plodin nelze zastavit. Pokud rostliny zestárnou, ztratí svou výživnou a dietetickou hodnotu. Mikrobiální procesy u posekané píce také nelze zastavit. Pokud probíhá fermentace nesprávným směrem, je velmi ztrátová. Při nesprávné fermentaci navíc může dojít k produkci metabolitů, které mohou být zdraví škodlivé. Technologické nedostatky nemůžou nahradit konzervační přípravky. Špatná aplikace přípravků, a navíc v nevhodnou dobu je neúčinná a finance vynaložené na konzervaci se nemohou vyplatit, jen zatěžují výrobu.

Pokud jde o legislativu, tak naše legislativa se bude odvíjet hlavně z legislativy evropské. Bude nutné s tím počítat. Právě tak bude nutné přizpůsobit se místním podmínkám a zvyklostem.

Hodnocení siláží podle senzoryky i podle chemické analýzy nikdy nemůže být plně dostačující. Záleží na metodě a mnoha dalších faktorech. Důkazem toho je, že doporučení, jak siláže hodnotit se v různých státech, ale i v ČR i dost výrazně liší. Rozdíl mezi dobře a špatně udělanou siláží nejlépe pozná zvíře, které ji konzumuje.

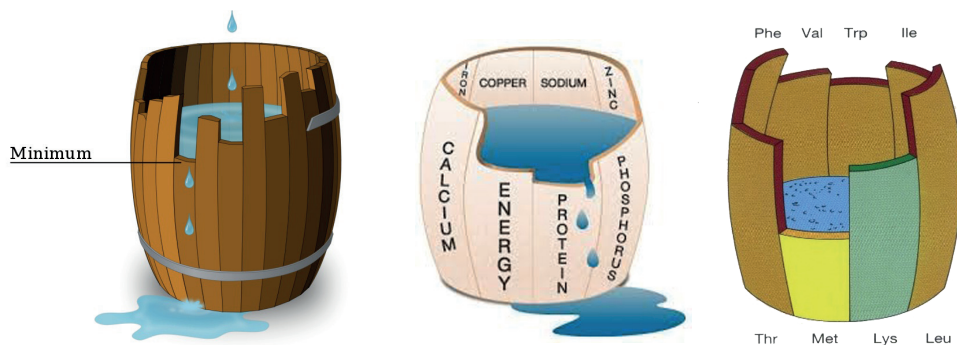
# 4. FERMENTACE V BACHORU

## 4. 1. Zákon minima

Podmínku pro existenci rostlin a živočichů jsou živiny, voda, vzduch, světlo a teplo. Jeden prvek ovlivňuje druhý. Živiny získávají rostliny ze vzduchu (uhlík, kyslík), z vody (vodík) a z půdy (hlavně dusík, draslík, fosfor, vápník, hořčík, síru a stopové prvky železo, mangan, zinek, měď, bor, molybden). Živočiškové živiny získávají hlavně z rostlin nebo jiných živočichů. Pokud rostlinám nebo živočichům některá z výše uvedených podmínek úplně chybí, nemohou dlouhodobě existovat a uhynou. Pokud některá z výše uvedených podmínek bude v minimu, budou strádat a jejich výkon nebude tak vysoký, jako by za příznivých podmínek mohl být. V životě rostlin a živočichů totiž platí základní zákon, tj. zákon minima.

Zákon minima – Liebigův zákon – je jedno ze základních ekologických pravidel, které

formuloval už v roce 1840 německý chemik **Justus von Liebig** (1803–1873) ve svém díle „Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie“. Představil tuto definici: „**Výše výnosu závisí na té živině, která je vzhledem k optimální potřebě v nejmenším množství (minimu).**“ Liebigův zákon je v platnosti dodnes, je uváděn v různých modifikacích. V zásadě jde vždy o to, že život a růst organismů je limitován tím prvkem (živinou), kterého je nedostatek v potravě nebo v prostředí (je v minimu). Liebigovo pravidlo se dá aplikovat téměř na všechny činnosti, například: řetěz je tak silný, jak je silný nejslabší článek řetězu. Národné použití sudu (Obrázek 2), ze kterého vytéká voda v jeho nejnižší části z důvodu nesprávné délky jedné dýhy sudu, se vžil do povědomí lidí s označením Liebigův sud. Místo vody lze dosadit živiny, minerální látky, aminokyseliny a jiné.



Obrázek 2: Liebigův sud – různé varianty  
(Zdroj: <https://www.rosmarinus.cz/pristupne-ziviny-v-pude-a-liebiguv-zakon/>)

V současné době nedosahuje užítkovost nejlepších chovů dojnic genetického potenciálu chovaných plemen dojnic, a to i přesto, že zastoupení koncentrovaných krmiv v TMR je již na hranici fyziologické únosnosti dojnic. Právě vysoký podíl koncentrovaných krmiv je jednou z příčin, která neblaze ovlivňuje jejich zdravotní stav a následně snižuje produkční věk dojnic. Přestože je všeobecně známo, že nejvyšší užítkovosti ve svém životě dosahují dojnice od třetí a vyšší laktace, dojnice ve vysokoužitkových chovech se dožívají v průměru pouze dvou laktací. Velký podíl krav na první laktaci ve stádě snižuje možnost naplnit genetický potenciál celého stáda, neboť užítkovost prvotetek je vždy nižší než užítkovost starších krav. Možnost přiblížit se genetickému potenciálu spočívá v respektování fyziologických vlastností dojnic, a především ve využití jedinečných fermentačních vlastností bacheru.

Základní podmínkou optimálního fermentačního procesu v bacheru je zajištění synchronizace zdroje energie a zdroje dusíkatých látek v bacheru. Základem každé TMR jsou konzervovaná objemná krmiva. Jejich rozdělení na glycidová a bílkovinná předurčují jejich hlavní úlohu během bacherové fermentace. Glycidová krmiva jsou zdrojem energie a bílkovinná krmiva zdrojem dusíku pro bacherové mikroorganismy.

Abychom byli schopni plně využít výše uvedených obecných znalostí, je zapotřebí mít nejen dostatek kvalitních krmiv, ale také detailněji znát použití těch krmiv i jejich zařazení do TMR. Při výpočtu TMR se navíc nelze spoléhat pouze na tabulkové hodnoty, ale je potřeba respektovat i další ukazatele. Pokud to jde, tak

se doporučuje do výpočtu TMR dosadit místo tabulkové hodnoty skutečně naměřené údaje.

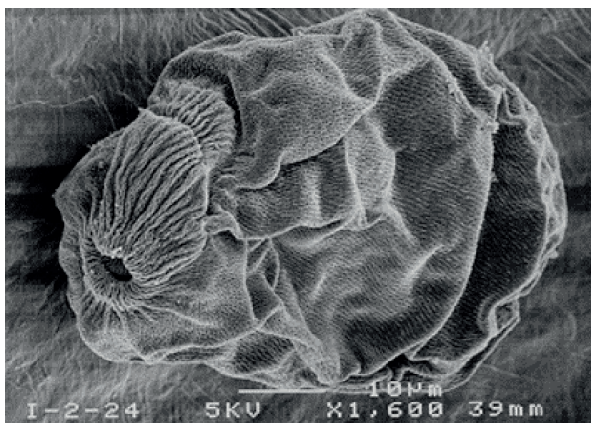
#### 4. 2. Práce předžaludku

Celý proces trávení krmiva probíhá v trávicím traktu zvířat. Trávicí trakt skotu se skládá z dutiny ústní, hltanu, jícnu, předžaludku, vlastního žaludku neboli slezu, tenkého a tlustého střeva, konečníku a řitního otvoru. Předžaludek se skládá z bacheru, čepce a knihy. K trávicímu traktu náleží také játra, slinivka a žlučník.

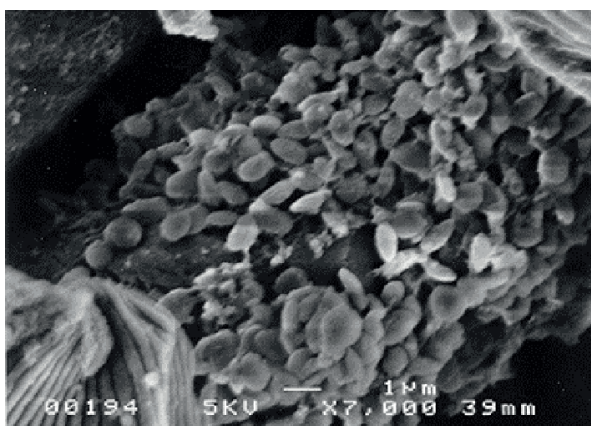
**Bacher (rumen)** má objem 120 až 180 litrů a vyplňuje téměř celou levou polovinu dutiny břišní. Je rozdělen na pět propojených částí: bacherová předsíň, dorzální vak, dorzální slepý vak, ventrální vak a ventrální slepý vak. Jícen ústí do bacherové předsíně, která je zároveň spojkou mezi dorzálním bacherovým vakem a čepcem. Je kolonizován specifickou mikroflórou zajišťující fermentaci živin z krmiva. V horní části bacheru jsou obsaženy plyny. V nižších vrstvách bacheru je udržováno určité uspořádání bacherového obsahu, zahrnující vrstvu na hladině plovoucích, dosud nestrávených, většinou vláknitých částic (bacherová matrace), tekutou střední vrstvu a na dně bacheru pak usazenou hustou složku, tvořenou již zčásti nastrávenými složkami krmiv. Celková hmotnost tráveniny v bacheru je asi 80 kg.

Na obrázku 3 je jeden z druhů nálevníků a ve stejném rozlišení jsou na dalším obrázku (4) bakterie.

K trávení krmiva dochází jednak v bacheru (ruminální trávení) prostřednictvím mikroorganismů (bakterií a nálevníků) za vzniku těkavých



Obrázek 3: Jeden ze 150 druhů nálevníků (Foto: J. Takahashi)



Obrázek 4: Bakterie v bacheru (Foto: J. Takahashi)

mastných kyselin, a jednak v dalších částech trávicího traktu (postruminální enzymatické trávení), zejména v tenkém střevě, kde se tráví mikrobiální biomasa a živiny, které nebyly degradovány v bacheru, za vzniku jednoduchých složek – monosacharidů, mastných kyselin a aminokyselin.

Trávení v bacheru je možné díky jeho kolonizaci bacherovou mikroflórou. Nejvýznamnější podíl představují **bakterie**, které zajišťují bacherovou fermentaci. V bacheru se vyskytuje cca 200 druhů bakterií v množství  $10^9$ – $10^{11}$  v ml. Bakterie jsou rozdělovány na celulolytické (štěpící celulózu), amylolytické (štěpící škrob), metanogenní (tvořící metan), proteolytické



(štěpící protein), ureolytické (štěpící močovinu) a další méně významné skupiny. Kromě bakterií je bacher osídlen také nálevníky (jinými názvy **prvoci**, bachořci, protozoa), kteří se také podílejí na štěpení celulózy a dalších látek. Kromě toho „požírají“ bakterie.

V bacheru může být až 150 druhů nálevníků (běžně jich však v bacheru je maximálně 40 druhů) v celkovém množství  $10^5$ – $10^6$  v ml. Jejich množství je mnohem více závislé na substrátu a prostředí v bacheru než u bakterií. Jsou větší než bakterie, takže se jich co do objemu v bacheru vejde zhruba stejně, a to i díky jejich schopnosti adheze, tedy přilnavosti k velkým a hrubým částicím v bacheru, takže jen tak lehce „neodpochoďují“ do dalších částí zažívacího traktu, kam putují již rozmělněné částice velikosti zhruba 1 mm. Nálevníci bývají několikanásobně (50 až 150krát) větší než bakterie, bakterie s nimi žijí většinou v symbióze.

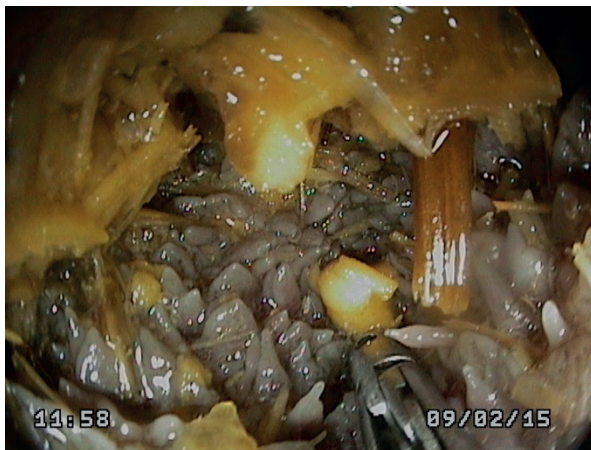
Kromě toho se v bacheru vyskytují i plísňe a kvasinky v množství  $10^2$ – $10^5$  v ml. Ale i ty mají většinou v bacheru nenahraditelnou funkci, zejména při trávení vlákniny. Bakterie spolu s nálevníky a houbami jsou zdrojem **mikrobiálního proteinu** (mikrobiální biomasa), který vstupuje do tenkého střeva, kde je enzymaticky tráven.

Aby mohla bacherová mikroflóra plnit svoji fermentační funkci, je potřeba, aby bylo krmivo správně zpracováno čili přežvýkáno. **Přežvykování** neboli **ruminace** je umožněno kontrakcemi bacheru a čepce, které jsou stimulovány tzv. fyzikálně efektivní vlákninou (peNDF); vysvětlíme později. Přežvykování zahrnuje regurgitaci (vyvržení) obsahu bacheru do dutiny ústní,

vlastní přežvykování, které je spojeno s opětovným prosliněním a spolknutím.

Pro správnou činnost bacheru jsou zapotřebí sliny, kterých dospělý skot vyloučí denně až 150 litrů. Sliny obsahují bikarbonáty a fosfáty, čímž slouží jako pufr, který udržuje bacherové pH v optimální hodnotě, tj. 6,2 až 6,8. Z hlediska trávení jsou sliny důležité i pro zvlhčení sousta krmiva při jeho transportu z dutiny ústní a dodávání vody do tráveniny, zvyšují tak její obsah v bacheru a tím je usnadněn pohyb tráveniny v bacheru. Přežvykování i slinění stimuluje hrubší struktura krmiva.

Bacherový obsah se musí promíchávat. Dokumentace toho, jak intenzivní je promíchávání bacherového obsahu, je jasně patrná v příložených obrázcích. Na obrázku 5 je ukázka klidového stavu v bacheru. V dolní pravé části obrázku jsou vidět kleštičky pro histologický odběr, šedé jsou klky (bacherové papily), obalené slizem (slinami), to žluté nad nimi jsou kousky řezanky kukuřice, které tvoří tzv. matici (Pozn.: správně by měl být obrázek otočen vzhůru nohama – minikamera může udělat snímek pouze v horní „prázdné“ části bacheru, ale je obtížné ji správně nasměrovat). Obrázek 6 byl pořízen o 2 minuty později ze stejného místa. Na obrázku je zachycen silný stah bacherové stěny, který zajistil důkladné promíchání obsahu bacheru.



Obrázek 5: Ukázka klidového stavu v bachoru  
(Foto: MVDr. Romanský)



Obrázek 6: Bachorový obsah v pohybu  
(Foto: MVDr. Romanský)

Série bachorových kontrakcí, kromě toho, že promíchávají bachorový obsah, umožňují odchod plynů z bachoru ven skrz tlamu zvířete a odchod strukturního krmiva z bachoru do tlamy zvířete (ruminaci). K udržení trávení probí-

hají čtyři hlavní kontrakce: primární pro míchání obsahu bachoru, sekundární pro usnadnění říhání (eruktace), druhý typ primární kontrakce s přežvykováním (ruminací), druhý typ sekundární eruktační kontrakce s ruminací. Za den

proběhne v bacheru asi 2500 vlnivých stahů, které jsou poměrně intenzivní. Poměr mezi délkou rotace (stahu) a klidem se označuje jako bacherový kvocient (BQ), který se fyziologicky pohybuje mezi 2,4 a 3,0. Stanovuje se s využitím fonendoskopu, který umožňuje lépe slyšet ozvěny orgánů v těle a zároveň blokovat ruch z okolí. Pro správnou funkci bacheru je nutné, aby se v něm vytvořila matrace, ve které se zachycují menší částice než 8 mm, aby byly stráveny mikroorganismy v bacheru a neputovaly do dalších částí trávicího traktu.

Větší částice v matraci podporují tzv. rejekci, tedy návrat části krmiva do dutiny ústní, kde se dále rozmělnuje a prosliňuje. Částice v matraci mají také tu vlastnost, že nasávají bacherovou tekutinu a tím zvětšují objem. Když se objem zvětší natolik, že začne atakovat receptory v bacherové stěně, kráva přestane žrát. Přidanou hodnotou je, že se do matrace při míchání bacherového obsahu dostávají menší částice, které by jinak putovaly do dalších částí trávicího traktu, aniž by byly plně stráveny bacherovou mikroflórou (bakterie a nálevníci), která jinak zajišťuje přeměnu většiny živin ze složitějších na jednodušší sloučeniny. Průměrná denní doba přežvykování je 7–10 hodin, rozdělených do 4–16 period, trvajících 15–45 minut. Na jedno sousto připadá 40–70 žvýkacích pohybů.

Nestrávené zbytky krmiva a mikrobiální biomasa postupují z bacheru do čepce a knihy. Dále pak postupují do slezu a tenkého střeva, kde jsou enzymaticky tráveny, obdobně jako u monogastrických zvířat. Čepce (reticulum) má objem cca 16 litrů, kniha (omasum) má objem cca 12 litrů. Kniha je vyplněna lamelami (listy knihy), mezi něž jsou vtačovány pevné

částice tráveniny, které jsou zde rozdělovány podle velikosti a skladby. Další význam knihy spočívá v resorpci vody, TMK a iontů. Sleze (abomasum) neboli vlastní žaludek má objem až 27 litrů. Navazuje vrátníkem (pylorus) na tenké střevo, kde dochází k trávení živin.

Už mnoho vědců se snažilo „vyrobit“ umělý bacher se všemi jeho funkcemi. Zatím se to nikomu nepodařilo a asi ještě delší dobu nepodaří. Různé in vitro fermentory sice existují, ale postrádají komplexnost biochemických pochodů, probíhajících v živých zvířatech. V bioplynových stanicích sice fungují fermentory, kterým se slangově říká „betonové nebo železné krávy“, ale principy a funkce chemických a biologických pochodů fermentace v nich se dost odlišují od těch, které probíhají v bacheru přežvykavců.

#### 4. 3. Bílkovinná část TMR

Cílená výživa dojníc dusíkatými látkami (NL) nám umožňuje snížit obsah NL v TMR, což vede nejen ke snížení negativních dopadů na životní prostředí, ale především ke zlepšení ekonomiky výroby mléka. Abychom byli schopni dosáhnout co největšího využití NL z TMR je třeba respektovat mnoho rozličných faktorů. Mezi základní hodnoty NL používané při sestavování TMR patří protein degradovatelný v bacheru (RDP) a protein nedegradovatelný v bacheru RUP (nazývaný také jako bypass protein). RDP slouží především jako zdroj dusíku pro bacherové mikroorganismy a zároveň pro tvorbu mikrobiálního proteinu (MbP). RUP představuje zdroj aminokyselin (AA) ve střevě.



Základem výživy dojnic by měla být snaha o maximální tvorbu MbP, který představuje hlavní zdroj AA ve střevě pro tvorbu mléka, syntézu mléčné bílkoviny a tvorbu a obnovu tkání. Základním zdrojem NL pro tvorbu MbP jsou bílkovinné siláže, u nich je podíl RDP podstatně větší než podíl RUP. Je také třeba brát v úvahu, že dynamika RDP v bacheru je odlišná dle TMR.

Nicméně je třeba zdůraznit, že ani zde používané tabulkové hodnoty ne vždy odpovídají skutečným hodnotám použitých bílkovinných siláží v dané krmné dávce, neboť ne všechny faktory mohou být zohledněny při tvorbě těchto tabulek. Poměr RDP a RUP u bílkovinných siláží se mění a závisí na mnoha faktorech. Leguminózy mají menší RUP než travní senáže, což je částečně dáno vyšším obsahem NDF v travních silážích. Samozřejmě, rozdíl existuje jak mezi jednotlivými leguminózami, tak jednotlivými druhy trav. Např. vojtěšková siláž obsahuje menší RUP než jetel červený, jelikož její NL podléhá více proteolýze během procesu silážování. To je dáno i tím, že jetel červený obsahuje polyphenol-oxidázy, které inhibují proteolýzu během uskladnění siláže. Podobně u trav má např. jilek vytrvalý nižší RUP než třeba sveřep nebo pýr. Jak u leguminóz, tak u trav se podíl RUP zvyšuje s postupující zralostí, jelikož se zvyšuje podíl tzv. pravého proteinu při současném snižování NPN v rostlinách. Doba zavadání snižuje vlhkost silážované hmoty a zároveň zvyšuje RUP. Pokud se však silážuje příliš suchá hmota, je obtížné ji náležitě udusat. Pak se během fermentačního procesu může zahřívat, může dojít až k Maillardově reakci, následkem čehož sice dojde ke zvýšení RUP, ale může dojít ke snížení jeho stravitelnosti. Během zava-

dání dochází také ke zvyšování obsahu taninu ve hmotě, což sice zvyšuje RUP, ale zároveň snižuje celkovou stravitelnost NL.

Použití konzervačního přípravku přímo ovlivňuje vlastnosti silážní hmoty a tím i průběh proteolýzy, která je nejintenzivnější v době po naskladnění, ale může v různém stupni pokračovat dále. V důsledku proteolýzy se zvyšuje v silážích NPN na úkor pravého proteinu. Tím se snižuje RUP u siláží a mění se i dynamika RDP v bacheru. Při intenzivním hnojení travních porostů N hnojivy se zvyšuje obsah NL v rostlinách, ale především ve prospěch NPN, takže RUP se snižuje. Toto se násobí nedostatkem síry v půdě, kdy dochází k menší tvorbě proteinů.

MbP je považován za nejlepší zdroj AA nejen díky svému AA profilu, který se nejvíce podobá složení AA v mléčném kaseinu, ale rovněž díky jeho vysoké stravitelnosti (85 %). Nicméně i MbP má své nedostatky, na které je třeba reagovat při sestavování TMR (viz dále). U dojnic není samotný MbP schopen pokrýt množství potřebných AA, a je tedy nutno doplnit TMR o bílkovinná krmiva s vysokým podílem RUP. Při výběru těchto krmiv by měl být rozhodující nejen podíl RUP z celkového proteinu, ale především jeho AA složení a stravitelnost ve střevě. RUP je účinný jedině tehdy, doplňuje-li vhodným způsobem MbP z hlediska potřeby AA. Pro tento účel je potřeba znát tzv. limitující AA v celé TMR. Limitující AA je taková, která se nachází v TMR v nejmenším požadovaném množství, a brání tak ve využití ostatních AA. Jako první limitující AA v TMR dojnic se uvádějí lysin a metionin, s důrazem na jejich vzájemný poměr ve střevě. Tento poměr se dle jed-



notlivých zdrojů mírně liší, ale všeobecně se jeho optimální hodnota udává 3:1. Jako další limitující AA se jeví histidin, isoleucin a leucin, a to v závislosti na použitých krmivech do TMR. Nicméně je třeba uvést, že kromě lysinu a metioninu jsou ostatní AA doposud ve fázi hlubšího zkoumání.

#### 4. 4. Glycidová část TMR

Většina mikroorganismů žijících v bacheru získává energii prostřednictvím fermentace sacharidů a dalších složek krmiva. Konečnými produkty těchto fermentací jsou těkavé mastné kyseliny (TMK), kromě nich se tvoří také plyny (metan, oxid uhličitý), které jsou odstraňovány krkáním neboli erukací. Za 24 hodin se v bacheru vytvoří až tisíc litrů plynů, především metanu a oxidu uhličitého. Jedna dojnice s vysokou užitkovostí vyprodukuje až 95 kilogramů metanu za jeden rok. Nelze ho nijak využít a zhoršuje životní prostředí. *Wecht a kol. (2014)* uvádějí, že emise hospodářských zvířat v USA jsou o 70 % vyšší než emise ropy a plynu.

Největší podíl TMK tvoří kyselina octová (65 %), dále kyselina propionová (20 %) a kyselina máselná a izomáselná (15 %). Koncentrace kyseliny propionové se zvyšuje při vyšším obsahu rozpustných cukrů a škrobu v krmné dávce, zatímco hladina kyseliny octové se zvyšuje se zvyšujícím se obsahem vlákniny. Kyselina máselná se tvoří především z rychle fermentovatelných sacharidů. TMK jsou resorbovány přes stěnu bacheru a dále využity přímo jako zdroj energie nebo k syntéze glukózy, mastných kyselin a ketolátek, které mohou být dále využity jako zdroj energie pro jednotlivé tkáně a nebo pro syntézu mléčných složek.

Při fermentaci aminokyselin dochází ke tvorbě TMK, oxidu uhličitého a amoniaku, který je využit pro růst mikroorganismů. Denní produkce TMK je (v přepočtu na 100 %) 3–4 kg, tj. 50–75 % energie krmné dávky. Cukr je fermentován velmi rychle, škrob pomaleji a celulóza mnohem pomaleji. Rozpustné cukry jsou v bacheru fermentovány téměř na 100 %, škrob z 90–95 % a celulóza z 80–90 %.

Jako hlavní glycidové krmivo se používá kukuřičná siláž. Její energetická hodnota je dána především obsahem škrobu (65 % energie siláže), ale také obsahem stravitelné NDF (25 %). Tyto dvě hodnoty spolu úzce souvisí, neboť narůstající množství škrobu v TMR snižuje jak stravitelnost NDF v bacheru, tak její stravitelnost v celém trávicím traktu.

Měření obsahu škrobu a cukrů je běžnou součástí při analýze kukuřičných siláží, ale i dalších plodin včetně TMR. Nicméně, v případě analýz TMR a kukuřičných siláží je hodnota celkového škrobu v krmivu z výživářského hlediska nedostatečná. Jednotlivá krmiva zastoupená v TMR se liší nejen v obsahu škrobu, ale především v jeho degradovatelnosti v bacheru a následně rovněž stravitelnosti ve střevě. Tyto hodnoty jsou ovlivňovány nejen technologií zpracování krmiv, ale rovněž rozdílnými vlastnostmi škrobu dle jeho původu. U kukuřičných siláží navíc dobou uskladnění.

Kukuřičný škrob je specifický tím, že část škrobu vytváří velmi stabilní komplexy s prolaminem a zeinem, které nepodléhají hydrolyze v bacheru. Tyto komplexy se nazývají obecně jako škrob sklovitý. Zbytek škrobu v kukuřičném zrně tvoří škrob moučnatý, který lehce

podléhá degradaci v bacheru. Právě poměr mezi škrobem sklovitým a moučnatým určuje jeho možnosti využití v trávicím traktu dojnic. Poměr mezi těmito frakcemi škrobu je dán typem zrna (dent, flint), ale i dobou sklizně.

Poměr mezi škrobem moučnatým a sklovitým se liší nejen mezi jednotlivými hybridy, ale zároveň se mění s délkou skladování siláže, neboť sklovitý endosperm je rozpustný v kyselém prostředí siláží. Newbold a kol. (2006) uvádějí, že skladování kukuřičné siláže po dobu 10 měsíců zvýšilo postupně degradovatelnost škrobu v bacheru až o 30 %. V praxi to znamená věnovat zvýšenou pozornost obsahu škrobu a jeho zdrojům v TMR, především s postupem doby skladování siláže. Obzvláště když je siláž více než jeden rok stará. Pokud je TMR během daného období zkrmování dojnícím ve stejném složení, postupně se zvyšuje v kukuřičné siláži a tím i v celé TMR degradovatelnost škrobu, čímž dochází k acidifikaci v bacheru a poklesu zásobování škrobu ve střevě. Jako limit se doporučuje, aby do střeva přišlo přes bacher cca 1,2 kg škrobu (v závislosti především podle užítkovosti a živé hmotnosti dojnic). Při přechodu ze staré siláže na novou, i když zůstane obsah škrobu v TMR stejný, tak vlivem změny kvality kukuřičného škrobu, vyjádřené degradovatelností, se sníží podíl škrobu v bacheru, což znamená snížení produkce TMK v bacheru. Naopak se zvýší podíl tzv. by-pass škrobu, který ovšem není ve střevě využit a nacházíme ho ve výkalech. Z tohoto důvodu nás musí zajímat kvalita kukuřičného škrobu během doby uskladnění v silážním žlabu. Obdobné to může být při přechodu na nové kukuřičné siláže, obzvláště v případě, kdy jsme nuceni otevřít silo krátkou dobu po naskladnění. U nové siláže

je třeba pamatovat na to, že do TMR musíme přidat lehce degradovatelný škrob ve formě obilních šrotů (pšenice, ječmene), abychom zabezpečili dostatečnou produkci TMK v bacheru, a s tím související produkci mikrobiální bílkoviny.

Mnohdy se setkáváme s tím, že nová kukuřičná siláž má stejné nebo dokonce lepší analytické hodnoty, a přesto po jejím zařazení do TMR se zvýší obsah močoviny v mléce. To je právě důsledek vyššího obsahu sklovitého škrobu v nové kukuřičné siláži. Navíc v takovýchto případech dojde většinou k poklesu užítkovosti, neboť se změnilly podmínky fermentace v bacheru a došlo k nižší tvorbě MbP, případně i TMK.

Znalost množství škrobu degradovatelného v bacheru je základní podmínkou pro určení množství škrobu využitelného v tenkém střevě a pro doporučení celkového škrobu do TMR. Úmyslně uvádíme pojem využitelný, neboť ne všechen škrob, který je definován jako stravitelný v tenkém střevě, je v něm opravdu využitelný. To vyplývá z fyziologických možností dojnic, kdy množství  $\alpha$ -amylázy vylučované pankreasem do tenkého střeva je limitováno, a tudíž maximální množství škrobu, které může být v tenkém střevě dojnic stráveno je 1,7 až 1,8 kg za den. Zbytek škrobu přechází do tlustého střeva, kde dále jeho stravitelnost klesá a snižuje se celková stravitelnost škrobu z krmiva. Rychle fermentovatelný škrob zrnin lze efektivně nahradit mlátem, které omezuje acidózu a přebírání TMR zvířaty v krmném žlabu.

Ve výživě přežvýkavců slouží jako zdroj energie vláknina, nejen pro trávení pomocí vlast-

ních 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, tj. slouží jako „potrava“ 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 pro syntézu mléčného tuku. Pokud jsou dojnice krmeny s vyšším podílem jádra v krmné dávce, produktem štěpení je kyselina propionová, což je zdroj pohotové energie zvířat. V bachoru 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 bachoru.

Pokud je kyselost v bachoru příliš vysoká, může dojít k tzv. acidóze i k dalším poruchám, což se většinou dost rychle projeví na užitkovosti a zdraví zvířete.

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, případně cyklickou), která má vliv na jejich fyzikálně chemické vlastnosti a na stabilitu v trávicím ústrojí. Rozklad vlákniny je vícestupňový, což znamená, že na rozklad vlákniny na glukózu se musí použít více typů enzymů celulózy.

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 (bezdušíkatých látek výťažkových). 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 při pH 7,0 (NDF). Detergent je čisticí/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, kde do hrubé vlákniny není zahrnuta hemicelulóza a lignin rozpustný v kyselině.

#### 4. 5. Fyzikální struktura TMR

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

Strukturální vláknina musí být dostatečně dlouhá, aby fungovala, ale ne tak dlouhá, aby docházelo k přebírání TMR 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, přežvykování a udržování optimálních hodnot pH bачorového obsahu – tím vším zabraňuje poruchám bачorové 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 bачoru. Pro zajištění dobré motoriky bачoru a přežvykování 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 pufruční 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 struk-



туру 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 zaživačím traktem. Při definici této velikosti částic se vycházelo hlavně z pokusů u ovcí. Ve výkalech u vysokoužitkových dojníc 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 sítí horizontální nebo vertikální, jestli se třepalo nativní krmení nebo po usušení, jestli byla použita jen 3 síta (jestli to třetí mělo oka 4 mm, 3 mm nebo 1,18 mm) nebo jestli těch sítí 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.

Pro zajištění pH v bacheru nad 6,0 se v literatuře (*Berzaghi a Mertens, 2004*) doporučuje peNDF větší než 22 %, pro zajištění obsahu tuku v mléce nad 3,4 % by mělo stačit 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 bacheru k velkému riziku vzniku SARA (Subacute ruminal acidosis), za kritické je považováno peNDF mezi 12,5 % a 14 %.

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 12,2 % po 14,2 %). Zvýšení obsahu peNDF při stejném obsahu NDF 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 žvýkáckou 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 bacherové tekutině, společně s tím se zlepšovala žvýkácká aktivita zvířat.

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

*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 bacheru a pomohla snížit acidózu (*Krause a kol., 2002; Yansari a kol., 2004*), v jiných studiích zvýšený příjem peNDF žvýkací aktivitu ani pH bacheru neovlivnil (*Kononoff a Heinrichs, 2003a, 2003b*).

*Krause a kol. (2002), Kononoff a kol. (2003), Beauchemin a Yang (2005) i Yang a Beauchemin (2005)* dospěli k závěru, že účinky obsahu peNDF při žvýkání a funkce bacheru dojníc jsou variabilní, protože koncept peNDF nebere

v úvahu rozdíly v bacherové fermentaci krmiv s různým podílem vláknité složky (píce) k jádru v krmné dávce, což je velmi důležitý faktor pro stav pH v bacheru. 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 (2005)* též velkého významu podílu vláknité složky (píce) k jádru v krmné dávce potvrdili v pokuse s 8 laktujícími dojnícemi s bacherovou kanylou. V pokuse v designu latinského čtverce 4×4 s 2×2 faktoriálním uspořádáním měřili příjem krmiv, žvýkací aktivity, fermentační charakteristiky a pH v bacheru u dojníc krmených vojtěškovou siláží s krátkou a dlouhou řezankou (TLC 7,9 a 19,1 mm), resp. nízkým a vysokým peNDF (9,6 až 19,8 %) 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 bacheru 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 bacherovou fermentaci má poměr jádra k píci než délka řezanky, resp. peNDF. Efekt „poměr jádra k píci“ byl vysoce průkazný ( $P < 0,01$ ) téměř u všech ukazatelů, včetně produkce mléka. Efekt „délky řezanky“ byl průkazný pouze u peNDF a příjmu sušiny. Vyšší hodnoty peNDF pozitivně korelovaly s dobou žvýkání ( $r = 0,61$ ) a průměrnou hodnotou pH bacheru ( $r = 0,73$ ).

Negativní korelace 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. 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 TMR 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.

Pro posouzení struktury krmiva doporučujeme 4 metody:

- separace nativního vzorku krmiva třepáním na sítěch,
- separace usušeného vzorku krmiva na sítích v třepačce,
- separace mokrou cestou,
- změny konzistence mazováním.

#### 4. 5. 1. Separace nativního krmiva třepáním na sítěch

Pro posouzení separace nativního krmiva třepáním na sítěch se oddělují jednotlivé frakce podle velikosti částic. 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 TMR 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 dojníc (Yang a Beauchemin, 2005). 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. 100 g mů sušiny), záleží ale na druhu krmiva. V tomto ohledu je důležitější odhad (krmiva nesmí být příliš, aby nebránilo 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. (2003) dpo-

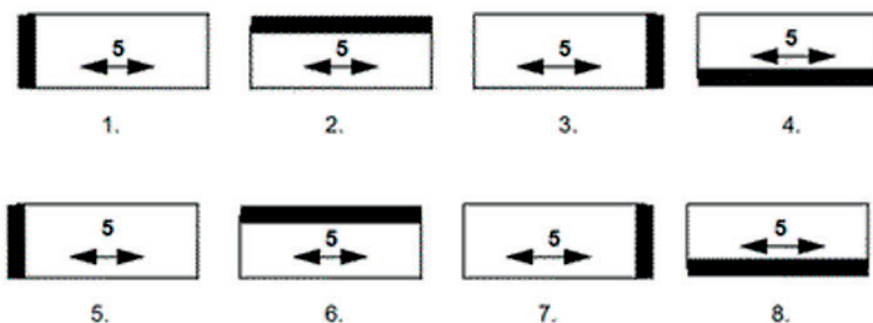


Schéma 3: Předepsaný způsob třepání čerstvé píce v PSPS



Obrázek 7: Třepací box se síty 19 a 8 mm  
(Foto: R. Loučka)



Obrázek 8: Rozložený třepací box, včetně materiálu po protřepání (Foto: R. Loučka)

ručují frekvenci 1,1 Hz nebo větší (66 cyklů za minutu) s délkou tahu 17 cm. Systém třepání znázorňuje Schéma 3. Na obrázku 7 je vidět třepání se síty a na obrázku 8 výsledek v reálu.

Částice zachycené v PSPS na horním sítu s oky 19 mm představují frakci, která formuje tzv. bacherovou 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 trá-

vicího traktu. Síto s oky 19 mm lze nyní využít také pro hodnocení kukuřičných siláží, sklizeňných 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

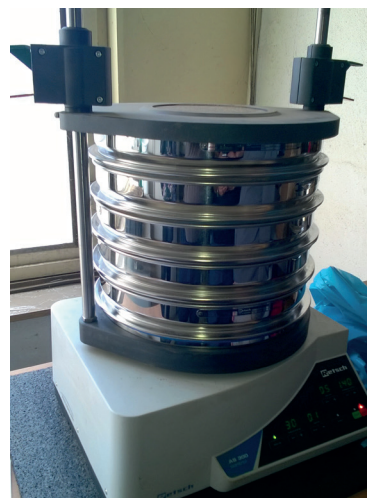
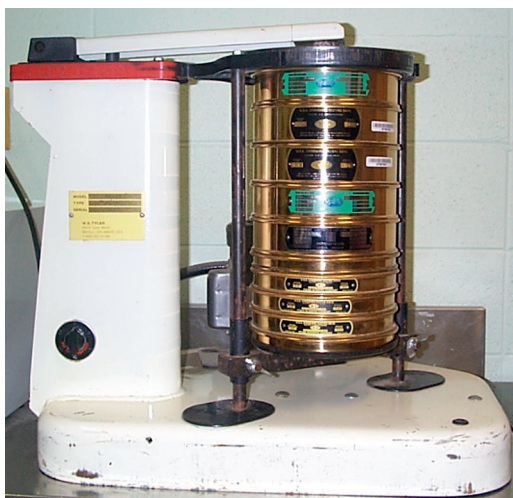
peNDF pro částice větší než 8 mm (násobením s NDF). Na dně PSPS pak zůstává krmivo s částicemi menšími než 8 mm. Pokud jich je příliš v TMR, lze předpokládat větší riziko acidózy při zkrmování TMR. Pokud jich je příliš v kukuřičné siláži, je třeba do TMR přidat více komponentu s delšími částicemi (senáž,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

V poslední době se používá PSPS se třemi síty. Síto 4 mm slouží k podrobnějšímu posouzení struktury.

#### 4. 5. 2. Separace usušeného krmiva na sítích v třepačce

Separace usušeného krmiva na sítích 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).

Na mechanické třepačce PSU (Obrázek 9) se stanovuje stupeň narušení kukuřičného zrna (CSPS = Corn Silage Processing Score) jako nástroj pro definici přiměřenosti zpracování jádra sklízecími rezačkami 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 sítí (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 sítí 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 rozdrťí,



Obrázek 9: Mechanický třepací PSU shaker v různém provedení (Foto: R. Loučka)

a v takto připraveném vzorku se stanoví obsah škrobu. Jiné metodiky doporučují analyzovat materiál, které propadne sítím s oky pod 4,75 mm.

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 u vzorků k odrolu, 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*).

#### 4. 5. 3. Separace mokrou cestou

Pro posouzení separace mokrou cestou se oddělují frakce krmiva podle toho, jestli ve vodě plave (matrace), nebo klesá ke dnu (sedlina). Ke změření těchto podílů se běžně využí-

vají 5 litrové průhledné skleněné lahve, kde se výška matrace a výška sedliny měří pravítkem. My krmivo dáváme do kalibrované 5 litrové průhledné umělohmotné nádoby (Obrázek 10). 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. Vzhledem k tomu, že pro praxi je důležité znát výsledek velmi brzy, ale měl by být stabilní, dospěli jsme



Obrázek 10: Separace mokrou cestou s využitím nádoby s kalibrací na 5 litrů (Foto: F. Jančík)

k názoru, že pro hodnocení stačí výšku matrace a sedliny změřit za dvě hodiny. Prodlení změni výšku matrace jen minimálně. Za 24 hodin se zvýší sedlina jen cca o 20 %.

#### 4. 5. 4. Vymývací test zrna

Pro posouzení množství zrna a zároveň zrna narušeného lze použít techniku separace vodní cestou – tzv. vymývací test zrna. Oddělí se při něm frakce řezanky stonků a frakce 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 větvena budou plavat na vrcholu vody, zrno a větší části větvena budou klesat ke dnu. Plavající část odeberte rukou a vodu vylijte. 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 vyfocněním. 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). Vymývací test zrna lze dělat i u hotové siláže.

#### 4. 5. 5. Změny konzistence

Vizuální posouzení změny konzistence mazováním se provádí u vedlejších produktů potravinářského průmyslu, především u cukrovarských řízků. Pro hodnocení změny konzistence většinou vizuální posouzení stačí – původní pevná struktura jednotlivých částí krmiva

mazováním, objevuje se sliz, s postupem doby krmivo stále více rozbředává, případně se na něm vytvoří plíseň. Dříve se ke stanovení konzistence používal konzistometr, který navrhl Ing. F. Flám, pracovník VÚŽV. Konzistometr, používaný v osmdesátých letech minulého století spočíval v tom, že se do speciální kalibrované nádoby navázilo standardní množství cukrovarských řízků, které se zmáčkly určitou silou a ponechaly několik dnů. Měřilo se množství vytěsněné a dále uvolněné tekutiny.

Postupem času se tato metoda přestala používat, protože lisováním se podstatně zvýšila sušina cukrovarských řízků a k destrukci mazováním již tolik nedocházelo. Diametrálně se také změnila technologie dopravy a skladování těchto materiálů. Z podniků potravinářského průmyslu se odvázejí velkokapacitními dopravními prostředky čerstvé a ještě horké (70 °C). Přímou z dopravního prostředku se vsypávají do plastových vaků. Nestačí se tak kontaminovat nevhodnými mikroorganismy a nestačí se v nich rozběhnout proces kažení, charakteristický právě touto změnou konzistence mazováním.

Protože nevhodné jsou jakékoliv známky změny konzistence, její měření není nutné.

#### 4. 6. Metabolické poruchy

Jak již bylo uvedeno, fermentaci v bachoru ovlivňuje kromě vhodného poměru bílkovinné a energetické složky především potřebná struktura TMR, která vyvolává mechanické stahy bachoru a tím promíchává jeho obsah. Kombinaci těchto vlivů studovalo mnoho vědců. Například Krause a kol. (2002) zorganizovali pokus, kde kombinovali dietu, která obsahovala vojtěškovou siláž, vyrobenou s teoretickou délkou řezanky (TLC) 6 cm a 3 cm a TMR s jadrnou směsí s obsahem vyššího a nižšího zastoupení v bachoru zkvasitelných sacharidů (RFC). Zkrácení TLC se projevilo na snížení pH v bachoru z 6,02 na 5,81 a prodloužilo dobu, kdy bylo pH nižší než 5,8 z původních 7,4 hodiny (h) na 10,8 h. Zvýšení RFC snížilo pH z 5,99 na 5,85, a prodloužilo dobu, kdy bylo pH nižší než 5,8 z původních 6,4 h na 11,8 h. Z pokusu vyplynuly následující závěry: Zkrátí-li se řezanka, dojnice méně přežvykují, pH v bachoru se dostává pod kritické hodnoty vzniku acidózy a většinou se to projeví na snížení tuku v mléce. Zvýší-li se RFC v krmné dávce, na přežvykování to má minimální vliv, pH v bachoru se dostane pod kritické hodnoty vzniku acidózy podobně jako při zkrácení délky řezanky, ovšem doba, kdy se pH pohybuje pod kritickou hodnotou, se prodlužuje.

Se zvýšením užitkovosti dojnic stoupá riziko rozvoje metabolických poruch, které se odráží jak na celkovém zdravotním stavu, tak i na množství a kvalitě nadojeného mléka. Je proto nezbytné provádět v chovech systémovou prevenci produkčních chorob. Při praktickém sestavování krmných dávek a jejich optimalizaci nemusí být dosažený výsledek v podmínkách

zemědělských podniků, vzdor maximálnímu úsilí, vždy optimální. Výsledkem je pak zpravidla nižší užitkovost proti očekávání, nebo dokonce nástup zdravotních problémů. Tyto situace jsou pak řešeny za účasti různých poradců, kteří řeší problém zpravidla empiricky pokusy o optimalizaci krmné dávky, nebo jsou prováděna metabolická vyšetření (metabolický test) v různém rozsahu, na jejichž základě je zjednávána náprava, která přichází nezávisle na opoždění. I optimálně sestavenou krmnou dávku je vhodné kontrolovat od samého počátku v tom smyslu, jak je zvířaty přijímána a jaký průběh bachorové fermentace navozuje. Pasivní čekání na to, jaký bude výsledek působení konkrétní krmné dávky, případně zda se objeví nebo neobjeví zdravotní poruchy, není na místě. Metodický návod klinického posuzování skupin zvířat se zřetelem na jejich klinické projevy při procesu příjmu krmiva, bachorové fermentace, konverze živin a celého průběhu trávení představili Hofírek a kol. (2003).

Odchyly od fyziologického stavu jsou hodnoceny klinicky (bodovým skóre) a pomocí vybraných parametrů z vyšetření bachorové tekutiny, moči, trusu a kontroly mléka. Kontrola se provádí průběžně, aby mohly být zachyceny odchyly od fyziologického stavu, odhaleny chyby ve výživě, poruchy bachorové fermentace a konverze živin, a včas napraveny optimalizací TMR a preventivně se zabránilo vzniku zdravotních poruch, zejména metabolického charakteru, a onemocnění na tyto poruchy navazující (poruchy reprodukce, onemocnění paznehtů a imunosuprese).

Pro dosažení co nejlepších výsledků při realizaci metabolického vyšetření je nutná doko-



nalá znalost chovu jak po stránce chovatelské, tak po stránce zdravotní. Interpretace výsledků vyšetření metabolismu bez znalosti konkrétní situace v chovu je zcela nevyhovující, představuje riziko špatné interpretace výsledků. Následně provedená doporučení jsou často v chovech buďto nerealizovatelná anebo nepřinesou žádoucí efekt. Pro úspěšnou realizaci vyšetření metabolismu dojnic je nutné vycházet z podrobné anamnézy stáda, na základě, které je proveden výběr zvířat a sledovaných parametrů pro vyšetření. Při realizaci metabolického vyšetření je nutno postupovat v následujících krocích:

- 1) analýza stáda,
- 2) výběr zvířat na detailní vyšetření,
- 3) odběr biologických tekutin,
- 4) výběr parametrů na biochemické vyšetření,
- 5) vyhodnocení výsledků biochemického vyšetření,
- 6) formulování závěrů a doporučení (*Pechová a Pavlata, 2005*).

Významnou prevencí metabolických chorob je průběžné monitorování chování a fyziologických ukazatelů zvířat. Pomocí měřených parametrů lze odvodit metabolické poruchy. V chovech dojeného skotu jsou nejčastěji sledovány problémy s onemocněním končetin, poruchy plodnosti, metabolické poruchy nebo problémy s mastitidami. Děje se tak pomocí senzorů, upevněných na končetině, krčním obojku, nebo vložených přímo do bacheru, resp. čepce zvířete. Senzory snímají pohyb zvířat, či změnu prostředí (pH, teploty) a vyvozují z toho, že je buď vše v normálu a není třeba zasahovat, nebo se něco se zvířetem, resp. se skupinou zvířat děje a je nutné prověřit co. Většinou se

automaticky spustí alarm (v podobě změny barvy číslic, resp. zvuku) nebo se přímo zjedná náprava. Dlouhodobým monitorováním (čím déle tím přesněji) se pro každé zvíře vytvoří vzorec jeho obvyklého chování a pak odchylky od tohoto chování znamenají nějaký problém. Navíc se vzorce chování jednotlivých zvířat porovnávají se skupinou, ve které jednotlivec působí a opět, odchylka od chování ostatních zvířat obvykle znamená nějaký problém.

Zaměření systému na sledování chování při příjmu krmiva nabízí výhodu včasného rozpoznání gastrointestinálních nebo metabolických poruch. Sledování frekvence přežvykování a doby příjmu krmiva jsou doplňujícími, nepřímými ukazateli dané poruchy. Díky průběžnému monitorování lze zkrátit dobu odezvy a náklady na léčbu, vyhnout se produkčním ztrátám a snížit podíl nedobrovolného vyřazení zvířat.

Co se děje, když bacher nefunguje správně? V tom případě může nastat několik poruch, těmi hlavními jsou:

- jednoduchá bacherová indigesce,
- chronická acidóza bacherového obsahu,
- akutní acidóza bacherového obsahu,
- alkalóza bacherového obsahu,
- hniloba bacherového obsahu,
- akutní tympanie.

Při jednoduché bacherové indigesci se sníží aktivita bacherové mikroflóry a klesne užitečnost dojnic, ale nedochází k závažnějšímu narušení fermentačních procesů. Indigesce se projevuje nechutenstvím, sníženou motorikou bacheru, hubnutím, hrubou srstí a snížením produkce mléka.



Jedním z nejčastějších problémů u vysokoprodukčních dojnic je chronická acidóza bachorového obsahu, resp. subklinická (subakutní) bachorová acidóza (SARA). Vyskytuje se nejčastěji u dojnic v období rozdojování a v období vrcholné laktace. Je typická mírnějším, ale dlouhodobým, či spíše opakovaným poklesem pH bachorového obsahu na úroveň 5,2–5,6 (Cooper a Klopfenstein, 1996). Gozho a kol. (2005) to upřesnili na <5,6 pH celkem 3 hodiny za den. Údaje se ale velice různí, např. AlZahal a kol. (2007) považují za SARA, když je pH <5,8 po dobu 5 a více hodin během dne a Valente a kol. (2017), když je pH <5,8 po dobu 24 hodin. Lze ji diagnostikovat i podle sníženého acetátu pod 55 mol% nebo zvýšeného propionátu nad 25 mol%. Příznaky SARA dlouho unikají pozornosti – jsou nespecifické. Snižuje se obsah tuku v mléce (až na 2 %), zvyšuje se výskyt průjmů a laminitidy (přešlapování, bolestivost při chůzi), dochází také k poruchám reprodukce. Léčba spočívá v úpravě TMR a podání pufrů (např. hydrogenuhličitanu sodného, uhličitanu vápenatého, bentonitu). U vážnějších případů lze inokulovat bachorovou tekutinu od zdravé krávy.

Akutní bachorová acidóza je již důsledek hrubých chyb v krmné technice nebo při náhodném překrmění lehce stravitelných sacharidů, kdy dojde k jejich rychlé fermentaci a pomnožení G+ bakterií, které způsobí pokles pH bachorové tekutiny i pod 5,2. Pokud se pokles pH objeví i v krvi, jde již o metabolickou acidózu. Akutní bachorová acidóza může způsobit zástavu motoriky bachoru, apatie, svalové třesy a často vede k ulehnutí až úhynu zvířete.

Alkalóza bachorového obsahu je akutní až chronickou poruchou trávení, která je cha-

rakteristická zvýšenou koncentrací amoniaku v bachorovém obsahu, čímž se zvyšuje jeho pH nad 7,3 (snižuje se kyselost a přechází v zásaditost). Pokud se včas nezapočne terapie, může dojít k hnilobě bachorového obsahu nebo úhynu zvířete.

Při akutní tympanii dojde k enormnímu rozšíření bachoru a čepce v důsledku nahromadění značného množství plynu, které se tvoří při intenzivní fermentaci. Pokud se hromadí pouze plyn, hovoříme o tympanii prosté, ale mnohem častěji dojde k vytvoření pěny, pak hovoříme o pěnové tympanii. Příčinou bývá krmení mladou zelenou pící s nízkým obsahem vlákniny, nebo zkrmení zapařených či namrzlých krmiv. Rychlá pomoc je nezbytná. Většinou je nutné použít trokar, který umožní přístup do dutiny bachoru, nebo perorální sondy. U pěnových tympanií se podávají přípravky na odpěnění.

K faktorům, které mohou funkce bachoru významně ovlivnit, patří vnitřní pufráční kapacita, tuk, bílkoviny, cukry, a navíc i něco úplně vnějšího a tím jsou např. předměty v bachoru. V bachoru se mohou vyskytovat chuchvalce provázků, igelitů nebo různé předměty, většinou kovové. Aby se kovové předměty, především ty špičaté jako hřebíky, nedostaly do dalších částí trávicího traktu, tak se do bachoru dojnícím mohou aplikovat magnety (Obrázek 11). Celkem běžně již se dojnícím do bachoru aplikují bolusy, které mají chemicky (Obrázek 12) nebo biologicky ovlivnit prostředí v bachoru, nebo posílit aktivitu a účinnost mikroorganismů v bachoru. Tyto bolusy se do bachoru, resp. do čepce (do kterého „spadnou“, protože jsou těžké), aplikují pomocí speciálních aplikátorů (Obrázek 13).





Obrázek 11: Magnet s kousky železa, zachycenými v čepci dojnice  
(Foto: A. Výborná)



Obrázek 12: Bolusy, obsahující chemickou nebo biologickou látku<sup>1</sup>



Obrázek 13: Aplikátor bolusů<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Zdroj: <https://www.royalilac.com/dosya/urun/buyuk/96a35a4170ea6ab96b5727c3164ca537.jpg>

<sup>2</sup> Zdroj: <https://www.vetis.sk/vet-pomocky-pre-hospodarske-zvierata/26476-podavac-liekov.html>

## 5. NAŠE POKUSY S DOJNICEMI

V našem výzkumném týmu VÚŽV, v. v. i., v Praze Uhřetěvesi jsme se v posledních několika letech intenzivně zabývali snížením rizika vzniku SARA, především z pohledu nedostatečné struktury TMR.

Prvotním impulzem pro výzkum na toto téma byla novinka z Japonska. Jednalo se o patent EPO609045A2 (Meiwa-Sangyo Co. Ltd, Kyoto, Japonsko). Předmětem patentu je stimulátor mechaniky pohybu bachoru neboli umělohmotný kartáč s názvem Rumenfibe (dále jen RF). Ústav pro státní kontrolu veterinárních biopreparátů a léčiv Brno-Medlánky (ÚSKVBL) eviduje RF jako veterinární technický prostředek pro Českou republiku od 8. 8. 2014 za účelem provedení klinických zkoušek. O čem je řeč? Do bachoru dojnice se pomocí speciálního aplikátoru aplikují per os (skrz tlamu) tři papírové bolusy, které mají za úkol stimulovat (dráždit) stěny bachoru a tím zabezpečit bachorovou motoriku. Uvnitř každého je kartáč,

kteří se s pomocí aplikátoru vpraví do bachoru. Po rozpuštění papíru v bachorové tekutině se kartáč rozvine. Kartáče pak v bachoru dráždí mechanoreceptory bachorové stěny. Na obrázku 14 je souprava pro aplikaci bolusů RF, v popředí je rozevřený kartáč. Protože papírové bolusy jsou ve srovnání s chemickými nebo těmi pro zachycení kovových částic či k měření pH a teploty v bachoru, lehké, je třeba použít jiný aplikátor (Obrázek 15) a dávat větší pozor, aby se bolus nedostal do dýchacích cest dojnice. Umístění aplikátoru v jícnu lze zkontrolovat pomocí tyče, která prochází skrz aplikátor.

Důležité je zmínit, jaký byl v Japonsku hlavní důvod pro vynalezení RF. Japonská firma Meiwa-Sangyo Co. Ltd, která prodává vedlejší produkty potravinářského průmyslu, zadala veterinární univerzitě v Obihiro vyřešit problém, který v Japonsku nastal na straně jedné s vysokou užitkovostí a s tím spojenými zdravotními problémy dojnic, na straně druhé s využitím



Obrázek 14: Souprava pro aplikaci bolusů RF, v popředí je rozevřený kartáč (Foto: R. Loučka)



Obrázek 15: Pro aplikaci RF je nutný jiný typ aplikátoru (Foto: R. Loučka)

produktů potravinářského průmyslu ke krmení dojnic.

Během trvání projektu jsme provedli čtyři poloprovozní a tři provozní pokusy. Jejich cílem bylo zjistit, jak se po aplikaci RF do bacheru vysokoužitkových dojnic změní pH bacheru a některé ukazatele užitkovosti ve vztahu k různému složení TMR. Zjišťovali jsme, co se stane, když se do TMR například zařadí řezaná sláma (o velikosti částic 2 cm), větší množství mláta nebo přípravek, jehož úkolem je bacherový obsah neutralizovat, pokud by došlo k projevům SARA. Vzhledem k výsledkům, které nebyly statisticky průkazně lepší než u kontroly a současně k vysoké ceně bolusů RF jejich použití v našich podmínkách nedoporučujeme. Přezvykávání a funkci slin zatím nedokážeme ničím srovnatelným nahradit.

Na pokusy s RF navazovaly u dojnic pokusy s aplikací bolusů (tedy kapslí vhodného tvaru

a velikosti) s neutralizačním prostředkem nebo přípravkem, který obsahuje minerálie, vitamíny nebo látku, která podporuje využití živin v krmné dávce dojnic. Bolusy se s pomocí aplikátoru poměrně lehce dostanou skrz hltan a jícen krávy do bacheru, se tam se rychle (často během několika minut) rozpustí a mohou začít působit. Existují ale i takové bolusy, které jsou konstruovány tak, aby účinná látka začala být aktivní se zpožděním, tedy až po určité době. Bolusy by měly nahradit drenče. Podávání drenče dojnicím (i jiným kategoriím skotu) je již běžnou součástí chovatelské praxe.

V dalším výzkumu jsme se zaměřili na pokusy s aplikací nových neutralizačních přípravků do krmných směsí. Přímá aplikace neutralizačního přípravku do krmné směsi je jednodušší než běžně využívaná neutralizace zapravením činidla do siláže před přípravou TMR v krmném voze.



Obrázek 16: Tenzometrické krmné žláby s automatickým zaznamenáváním hmotnosti přijatého krmiva (Foto: R. Loučka)

Naše pokusy probíhaly v nové stáji VÚŽV v. v. i. účelového hospodářství v Netlukách. Pro sledování příjmu krmiva je stáj vybavena tenzometrickými krmnými žlaby, které v každém okamžiku zaznamenávají kolik TMR dojnice sežere a jak dlouho jí to trvá (Obrázek 16).

Abychom mohli získat potřebné výsledky, použili jsme několik nových metod. TMR jsme hodnotili podle fyzikálně efektivní vlákniny (peNDF) a podle nové alternativní metody měření potenciální velikosti matrace v bacheru. Kyselost a teplotu uvnitř bacheru jsme průběžně sledovali s využitím speciálních bolusů eCOW, činnost bacheru, resp. bacherový kvocient (BQ) jsme měřili s využitím fonendoskopu a eventuelní vliv RF na sliznici papil jsme testovali s využitím histologických odběrů přímo v průběhu práce bacheru. Frekvenci přežvykování a denní dobu příjmu krmiva jsme měřili pomocí krčních respondérů v systému AFIFARM, denní množství a kvalitu mléka s využitím systému AFILAB. Naše měření jsme doplnili etologickým časovým snímkem činnosti dojnic, tedy jak dlouho stojí, leží, přežvykují nebo žerou. Máme celou řadu výsledků, rozsah tohoto článku nám ale nedovoluje zacházet do podrobností, a tak se

pokusíme je zobecnit, resp. ukázat, jak se v bacheru mění pH a teplota.

Ve všech našich pokusech s dojnicemi jsme monitorovali pH a teplotu v bacheru pomocí speciálních bolusů eCOW, které vyvinula firma eCow Devon, Ltd. z Velké Británie (Obrázek 17). Vyznačují se malými rozměry (135 x 27 mm, hmotnost 207 g) a velkou přesností měření pH ( $\pm 0,1$ ) a teploty ( $\pm 0,1$  oC).

Bolusy eCOW se aplikují orálně s využitím speciálního aplikátoru (Obrázek 13). Hodnoty lze načíst kdykoliv v průběhu tří týdnů pomocí handsetu prostřednictvím Wi-Fi, resp. bluetooth. Handset se přiloží dojnicím k hrudi (Obrázek 18). Po nahrání přes USB do počítače lze výsledky vyhodnotit podle nabídky firmy, nebo dle vlastního uvážení. Vzniklé grafy dávají přehled nejen o dojnici, u které se pH měřilo, ale o celé skupině, která je krmena stejnou TMR. Zootechnik se ihned dozví nejen o procentu a frekvenci doby, kdy se kyselost v bacheru dostává pod fyziologickou hranici 5,8 pH, nebo s jakým rozptylem se pH pohybuje, ale také se ve spojitosti s hodnotami naměřených teplot dozví, co mohlo snížení nebo zvýšení pH ovliv-



Obrázek 17: Bolus eCOW na měření pH a teploty v bacheru



Obrázek 18: Stahování hodnot pH a teploty v bacheru handsetem

nit, např. probíhající krmení, nebo že se dojnice napila.

Ze studia literatury, a hlavně na základě našich několikaletých zkušeností s používáním eCOW bolusů na měření pH a teploty v bachoru můžeme učinit několik závěrů:

- kolísání pH během dne a v reakci na různé podněty je přirozeným jevem,
- snížení pH trvá většinou delší dobu, zatímco zvýšení pH bývá většinou skokové,
- dojnice se s poklesem pH většinou dokáží rychle vyrovnat (např. napijí se),
- náhlé snížení pH většinou způsobí náhlá změna v kvalitě TMR (příliš krátká řezanka, resp. snížení peNDF, zvýšený obsah koncentrátů v TMR, nedostatek některé živiny), či nějaký stres (porod, přílišné teplo),
- pravidelné snížení pH nastává v souvislosti s denním cyklem prací na farmě a podle ročního období (léto, zima),
- pH se zvýší, když se kráva napije, nažere, spolkyne sousto plné slin, bachorový obsah se promíchá, natrávené částice se posunou do slezu.

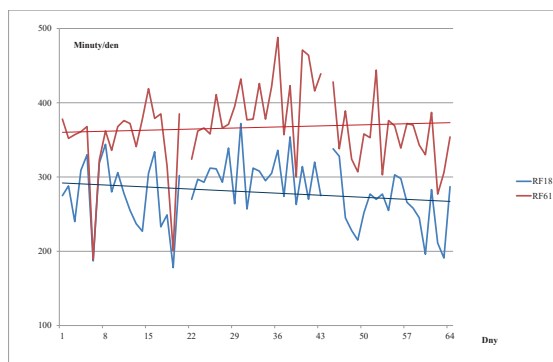
### Pro ilustraci uvádíme výsledky jednoho z pokusů.

Do pokusu bylo zařazeno 22 dojníc Holštýnského plemene, ty byly rozděleny metodou párování na 2 skupiny. Testovány byly 2 TMR. Hlavní rozdíly mezi TMR byly ve struktuře a v použité krmné směsi (KS). Pokusná KS byla založena na vedlejších produktech potravinářského průmyslu, Kontrolní KS (DO1) měla standardní složení, dříve odzkoušené na farmě VÚŽV. Po 14 dnech návyku na ustájení v nové stáji s tenzometrickými žlaby a krmení kontrolní

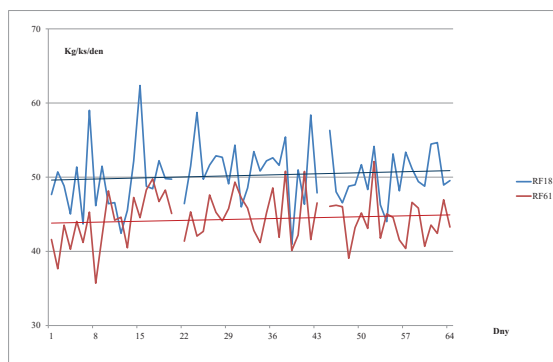
dávkou TMR-K (P0), dostávaly dojnice 6 týdnů pokusnou TMR-P (P1 a P2) a následující 3 týdny opět TMR-K (P3). TMR-P měla peNDF 11,4 %, TMR-K měla peNDF 14,5 %. Hodnoty peNDF byly stanoveny s využitím Penn State Particle Separatoru (PSPS) se síty 19 a 8 mm dle metodiky Beauchemin a Yang (2005). Aby si dojnice „nepřilepšovaly“ strukturním krmivem, byla podestýlka pouze z hoblin. U dojníc byly denně kontinuálně zaznamenávány hodnoty jako doba příjmu TMR, frekvence přežvykování, spotřeba TMR a množství nadojeného mléka. Statistické hodnoty byly vypočteny s využitím programu STATISTICA 10 (StatSoft, 2011).

K podrobnějšímu sledování byly vybrány 4 dojnice s průměrnou dojivostí v předchozí 305denní laktaci 9184 kg a v 66 dnech po otehlení 47 kg/den. Každé z těchto dojníc byl na začátku prvního pokusného období (P1) perorálně aplikován eCOW bolus, který každých 15 minut měřil pH bachoru s přesností 0,1 stupně. Na začátku období P2 byly dojnicím č. 18 a č. 61 perorálně aplikovány 3 RF kartáče (ve formě papírových bolusů) za účelem stimulace bachorové motoriky (patent EP0609045A2, Meiwa-Sangyo Co. Ltd, Kyoto, Japan). Na začátku období P3 byla dojnicím změněna TMR z TMR-P na TMR-K. Zatímco pokusná TMR-P měla peNDF 11,4 %, tedy dle Plaiziera (2004) s vyšším rizikem acidózy (hranice 12,5 %), tak TMR-K mělo peNDF 14,5 %, tedy dle Plaiziera (2004) s nižším rizikem acidózy (hranice 14 %).

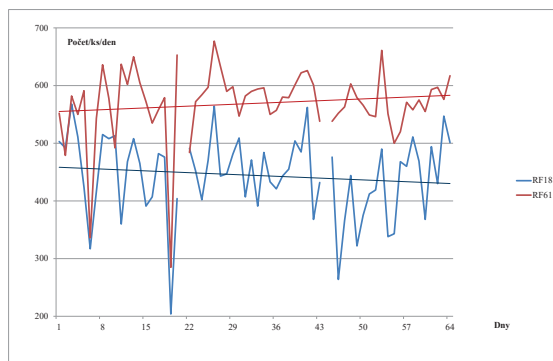
Vybrané výsledky jsou uvedeny v grafech 9 až 12 pro 2 dojnice pokusné skupiny, červeně jsou v grafech označeny naměřené hodnoty pro dojnici RF18, modře pro dojnici RF61. Legenda je pro všechny grafy stejná.



Graf 9: Doba příjmu krmiva za den

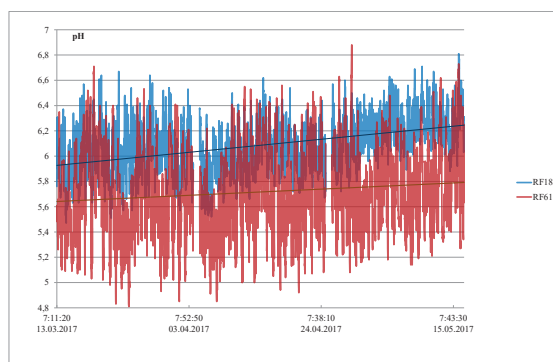


Graf 10 Spotřeba TMR



Graf 11 Frekvence přežvykávání





Graf 12 Hodnoty pH v bacheru

Podrobné denní sledování aktivit dojnic spolu s ukazateli uživatkovosti, spotřeby TMR a pH v bacheru skýtá možnost detailního rozboru těchto faktorů pro jednotlivé dojnice. Z grafů vyplývá, že každá dojnice dosahovala jiných hodnot a reagovala individuálně. Ačkoliv byla dojnicím předkládána krmná dávka stále stejná po dobu jedné třítydenní periody, bylo denní kolísání u jednotlivých ukazatelů poměrně výrazné. Aplikace RF u dojnic v pokusné skupině (přechod z P1 na P2) se nijak výrazně na sledovaných ukazatelích neprojevila, což koreponduje s výsledky *Matsuyama a kol. (2000)* a *Golder a kol. (2017)*.

Dojnici číslo RF18 (modrá) lze hodnotit ve srovnání s ostatními jako nejlepší a nejvyrovnanější téměř ve všech ukazatelích. Zajímavé je, že i při nejnižší frekvenci přežvykování za den spotřebovala tato dojnice nejvíce krmiva. Po aplikaci RF do bacheru se u této dojnice mírně zvýšily ukazatele doby příjmu krmiva, frekvence přežvykování i spotřeby krmiva.

Dojnice číslo RF61 (červená) ve srovnání s ostatními nejdéle přijímala krmivo i přežvykovala, ale sežrala nejméně krmiva. Z toho lze usuzovat, že se dlouho v krmné dávce přehrabovala a vybírala si více energetickou jádrnou část TMR. To se projevilo samozřejmě na pH bacheru, které bylo velmi nízké, po celou dobu pokusu v průměru pod kritickou hodnotu 5,8.

### Závěry z pokusu

Každé zvíře je individualita. Pokud se delší dobu o zvířeti a skupině, ve které žije, vytvoří vzorec normálního chování a normálních projevů fyziologických funkcí, je pak možné na posun od standardu rychle reagovat.

Aplikace RF u dojnic v pokusné skupině (přechod z P1 na P2) se na sledovaných ukazatelích výrazně neprojevila, i když u pokusné skupiny s RF se pH po aplikaci mírně zvyšovalo na rozdíl od kontrolní skupiny bez RF, u které se pH postupem doby pokusu mírně snižovalo. Reakce dojnic na přechod z jedné TMR na druhou (resp. z P2 na P3) byl ve srovnání s reakcí na

aplikaci RF nižší, ale také se projevil, např. zvýšením pH. Výraznější byly rozdíly mezi jednotlivými dojniciemi a mezi jednotlivými dny pokusu, než aplikace RF nebo změna TMR.

K tomu je nutné dodat, že pokusná TMR-P byla záměrně sestavena tak, aby její parametry peNDF (11,4 %) byly těsně pod hranici rizika SARA a kontrolní TMR-K (14,5 %) nad hranicí (12,5 %), tedy aby byly otestovány v extrémních podmínkách, ale s předpokladem vysoké

užitkovosti. V první 21denní periodě (P1) byly u pokusné skupiny naměřeny hodnoty pH  $5,86 \pm 0,28$ , v P3 pH  $6,00 \pm 0,28$ . U kontrolní skupiny byly v P1 hodnoty pH  $5,91 \pm 0,3$  a v P3 pH  $5,81 \pm 0,3$ . Hodnoty pH v bachoru tedy byly na hranici rizika SARA a aplikace RF zvýšila (zlepšila) pH o 0,24 při směrodatné odchylce 0,3. Není to mnoho a nebylo to statisticky průkazné, ale pokud se TMR pohybuje na hranici rizika SARA, může to mít pro některé dojnice významně pozitivní efekt.

## 6. ZAMYŠLENÍ DO BUDOUCNOSTI

Když se zamyslíme nad současnou situací a možným budoucím vývojem v oblasti silážování a v oblasti výživy přežvýkavců, zjišťujeme, jak málo toho o procesech v biologických materiálech a o zvířatech víme a jak obrovské rezervy ještě máme. S postupující zvyšující se úrovní vědy je paradoxně k řešení stále více otázek. Z vnějšího pohledu by přitom člověk předpokládal, že se zlepšováním diagnostiky, analytických možností díky novým analytickým přístrojům, standardizací analýz a upřesňováním vědeckých metod by mohlo otázek ubývat. Abychom na otázky byli schopni odpovídat, je nutné stále prohlubovat znalosti o tom, jak lze pomocí konzervantů či inovovaných technologií zlepšit průběh obou fermentačních procesů (silážního i toho v bacheru), zvýšit aerobní stabilitu siláží a správně sestavit TMR pro skot. Náš tým Oddělení výživy a krmení hospodářských zvířat při Výzkumném ústavu živočišné výroby, v.v.i. Praha Uhřetěves se snaží na tyto otázky najít odpovědi ve svých výzkumných projektech.

Z oblasti mechanizace nás těší a zároveň trápí zvětšující se velikost a výkon sklízňových strojů a s tím spojených nejen výhod, ale i problémů, např. s přílišnou rychlostí návozu sklizené píce do silážních prostor a tím podstatně nižší doby požadované na dokonalé udusání, což se projevuje zejména při silážování kukuřice. Pro dusání u nás v ČR máme jedinečný prostředek – dusač s vagonovými koly. Náš příspěvek k inovaci dusačů byl v podobě užitého vzoru na principu zvyšování hmotnosti

stroje podle potřeby. Přispěli jsme i k anaerobnímu zakrývání silážované hmoty. Fermentace v anaerobním prostředí je totiž alfa a omega silážování. Před několika lety jsme testovali různé způsoby zakrytí. Tendence nyní je v použití sofistikovanějších metod, při jejichž použití silážní plachta těsněji přilne k siláži, je nepropustná pro vzduch, a hlavně je použitelná po několik let. Za jeden z největších benefitů poslední doby považujeme použití zátěžových pytlů naplněných štěrkem. Testovali jsme také různé typy vaků a systém „silage safe“, při kterém se siláž „zabalí“.

Otázkou pro současnou dobu je, zda sklízet s co nejkratší řezankou nebo naopak zvětšovat délku řezanky, ale materiál důkladněji podrtit, resp. tzv. rozvláknit (technologie Shredlage u kukuřice). S tím je ale spojeno zvýšení rizika aerobní nestability a obecně navýšení různorodosti jak řezanky, tak následně silážní hmoty. Použití silážních přípravků v souvislosti s délkou řezanky jsme několik let testovali u vojtěšky i kukuřice.

Další problém, kde a jak siláže uchovávat, se týká hlavně aerobní nestability, která je spojena s vyššími ztrátami siláže při použití některých aditiv. Mělo by to jít i jinak, například lepším plánováním doby sklizně pícnin, doby a způsobu zkrmování siláže, počtu a velikosti sil na farmě. Stávající síla jsou buď příliš stará, malá nebo naopak velká, jejich stavba se stává neekonomickou, nahrazují se plastovými vaky (rukávy) či jinými obaly (strečové fólie na obří



balíky). Problematika sil ale nejsou jen stavby, hromady či vaky, ale i způsoby skladování a následné vyskladňování siláží ze silážních prostor. Silážuje se často mimo optimální sklizňové okno, s nevhodným obsahem sušiny, používají se nevhodná aditiva, nedostatečně se dusá a špatně siláž zakrývá. To vše ovlivňuje objemovou hmotnost a následně i kvalitu a ztráty siláží.

Špatná kvalita a aerobní nestabilita siláží přináší rizika pro zdraví zvířat a následně pro zdraví lidí. Zdravotní rizika jsou nedostatečně kontrolována a minimální limity toxicity krmiv jsou málo známé. Je třeba hledat rychlé, přesné a neinvazivní metody na bázi analýz přímo na konkrétním zvířeti v reálném čase a umět rozeznat, co a v jakém množství již zvířeti škodí a kdy si s tím dokáže ještě hravě poradit. Hlavní problém je v tom, že třeba dokážeme jeden škodlivý faktor přesně změřit a třeba i dobře odhadnout jeho škodlivost, málo však již toho víme o vzájemných interakcích jednotlivých faktorů.

Velkým strašákem se také stává globální oteplování, a to nejen jak uchránit krmivo i zvířata, ale i jejich produkty před extrémními podmínkami nebo rychlými změnami klimatu či počasí. Problémy vznikají i s udržením biodiverzity, protože dochází k velké unifikaci a specializaci. Díky novým možnostem analytických přístrojů získáváme další informace o vzniku sekundárních metabolitů během fermentace a v průběhu skladování. Požadavkem do budoucna je snížení tvorby těchto produktů. V této oblasti se nejvíce uplatňují chemické přípravky, které selektivně působí na složení mikroflóry siláží a jejich složení (potlačují ne-

žádoucí mikroorganismy, které zvyšují ztráty organické hmoty v procesu výroby.). S narůstajícím využíváním pícnin pro výrobu bioplynu narůstají problémy s udržením půdní úrodnosti a fixací uhlíku v půdě.

Analýzy siláží, a hlavně jejich hodnocení, by mělo doznat významných změn. Dost často se stává, že výsledky nekorespondují s hypotézou. Při hledání příčin se ukazuje nejen nepřesnost metody, ale hlavně způsob a frekvence odběru vzorků, protože variabilita ve složení rostlin je velmi vysoká a malé množství analyzovaného vzorku je překážkou pro získání přesnějších výsledků. Bohužel, neexistuje v Evropě jednotný postup a příklad si nelze brát ani z USA.

Ne vše, co zkoumáme ohledně silážních technologií, se týká precizního zemědělství, ale dá se říci, že precizní zemědělství je na nebyvalém vzestupu, ale také, že v precizním zemědělství vše souvisí se vším. Vynikajících výsledků lze v tom případě dosáhnout jen komplexním přístupem. Co ale s precizním zemědělstvím hodně souvisí, je využití polohovacích systémů a měření dat s využitím spektroskopických metod. Zároveň však musíme konstatovat, že zavádění prvků precizního zemědělství brání tzv. lidský faktor, resp. dostatek kvalifikovaných osob, které budou nejen s přístroji pracovat, ale získaná data také třídit a využívat pro intenzifikaci výroby.

Protože chemické analýzy jsou velmi drahé a hlavně „pomalé“, zavádí se spektrometrické metody, které je nutné kalibrovat podle analýz chemických. Ukazuje se ale, že kalibračních rovnic je potřeba připravit stále více, protože tím se zvyšuje přesnost výsledků. Spektro-



metrické metody slouží hlavně pro porovnání hodnot v nějakém systému řady vzorků než pro získání absolutního výsledku u daného vzorku (jak tomu je u chemické analýzy). Rozhodující nejsou „papírové“ předpoklady, ale konkrétní naměřené výsledky ze srovnávacích pokusů.

Na sklízecí řezačky se již montují, nebo jsou již součástí vybavení, spektrometry (Harvest-Lab, AgriNIR), které dávají obsluze rychlou informaci o výnosu hmoty z hektaru a o obsahu sušiny, případně obsahu organických živin a stravitelnosti sklizené hmoty. Spektrometricky lze také např. stanovovat délku řezanky v míchacím voze a automaticky stopnout míchání TMR, pokud by řezanka byla příliš krátká.

Velkou výhodou spektrometrických metod analýz je rychlý screening a zásah v reálném čase, tedy využití výsledku k okamžité změně. Každodenní vyhodnocování údajů a reakce zvířat na změny např. úpravou sušiny TMR lze dosáhnout její vyšší vyrovnanosti, což se většinou pozitivně projeví u užitkovosti zvířat. U těchto technologií nelze spoléhat na zjištěné výsledky, ale pomocí chemických analýz si tyto výsledky ověřovat. Výzvou také stále zůstává stanovení odezvy zvířete (resp. mikroorganismů v bacheru u přežvýkavců) na výsledný zásah, např. porovnání konvenční siláže se siláží ošetřenou vybraným silážním přípravkem.

Ve vizi 2050 se uvažuje o automatickém dávkování aditiv podle stavu porostu, robotickém transportu řezanky z pole do sila, případně rozhrnování a dusání řezanky na silážním žlabu strojem bez obsluhy. Plachty, zakrývající siláže, by mohly být pro kyslík téměř nepropustné a mohly by být využívány i několikrát za sebou, protože při automatickém zakrývání a odkrý-

vání by nedocházelo k jejich poškození. I po skončení fermentace by siláž ze sila mohla být dopravována ke zvířatům automaticky. Při vybírání siláže ze silážního žlabu by mohl být vybráč vybaven třeba detektorem na plísně a stroj by plísňové ložisko automaticky odstranil, aby se nedostalo do TMR.

Spolu s honbou za vyšší užitkovost se do krmných dávek pro skot přidává stále více koncentrovaných a koncentrovanějších krmiv a objemová konzervovaná krmiva jsou vyráběna s pomocí strojů, které je dokáží nařezat na kratší, a ještě kratší částice, protože pak se z nich lépe vytěsni vzduch, hmota se více zpřístupní mikroorganismům a fermentační proces silážováním vykáže výborné výsledky. Při zkrmování TMR dojnícím lze pak pozorovat při krmení kratší řezanky vyšší příjem krmiva a méně zbytků, protože zvířata krmivo tolik nepřebírají. To vše ale s sebou nese riziko zhoršení motoriky bacheru a s tím souvisejícího vzniku acidóz, pokud se špatně odhadne správná míra. Acidózu navíc podporuje vyšší zastoupení energetické složky TMR. Zhoršení zdravotního stavu zvířat nemusí být dlouho patrné, ale náhle se může dostavit akutní acidóza a vše se zhroutí. Následky mohou být dost velké a kritické. U skotu je tedy třeba postavit na misku vah jednu nebo druhou alternativu „s rizikem, nebo bez něj“.

Bohužel, konkurence je velká, a tak na farmě stále více doléhá ekonomický tlak pohybovat se někde těsně nad hranicí, kdy bacher a celý systém trávení ještě dobře funguje. Kde je ale ta hranice a jak ji posunout, aby se projevil pozitivní efekt a zvířatům to neublížilo? Jsou na to různé názory a výsledky se někdy i dost

liší. Je to ale způsobeno i tím, že podmínky jsou v různých koutech světa odlišné, dále mohou být výsledky ovlivněny individuálními rozdíly mezi zvířaty, pokud je počet pokusných zvířat malý a dalšími faktory (podmínky ustájení, počasí, typ krmné dávky, ...). Velikost částic je sice hlavním faktorem, který stimuluje přežvýkání a funkce bachoru, ale zdaleka ne jediným a nemusí bachorovou acidózu redukovat.

Při zpracovávání této knihy jsme vycházeli nejen z našich poznatků, zkušeností a experimentální práce, které jsme již dříve sepsali do publikací, uvedených v citacích v závěru knihy, ale samozřejmě i z odborné a vědecké literatury.

V poslední době vyšlo na téma silážování několik souhrnných prací, resp. review, např. *Ávila a kol. (2019)*, *Borreani a kol. (2018)*, *Fabiszewska a kol. (2019)*, *Guan a kol. (2020)*, *John a kol. (2019)*, *Mitrik (2018)*, *Nascimento Agarrussi a kol. (2019)*, *Ren a kol. (2019)*, *Si a kol. (2019)*, *Soundharrajan a kol. (2019)*, *Wang a kol. (2020)*, *Xu, (2018)*. Obdobně několik souhrnných prací, resp. review vyšlo v poslední době na téma bachorová fermentace, např. *Addisu (2016)*, *Doyle a kol. (2019)*, *Gruninger a kol. (2019)*, *Hristov a kol. (2019)*, *Kand a kol. (2018)*, *Khan a kol. (2019)*, *Olagaray a Bradford (2019)* a *Vasta a kol. (2019)*.

Již dříve se souhrnně silážováním a vlivy na kvalitu siláží zabývali *Buxton a kol. (2003)*, *Doležal a kol. (2012)*, *Guo a kol. (2008)*, *Kalač a Míka (1997)*, *Lauer (2008)*, *Mc Donald a kol. (1991)*, *Nedělník a kol. (2011)*, *Rajčáková a Mlynár (2009)*, *Ranjit a Kung (2000)*, *Zimolka a kol. (2008)* a mnoho dalších.

Silážování kukuřice v různé fázi zralosti bylo předmětem výzkumu např. *Ngonyamo-Majee a kol. (2008)*, *Bal a kol. (1997)*, *Ballard a kol. (2001)*, *Cone a kol. (2008)*. Korelace mezi obsahem NDF a škrobu, stravitelnost NDF a škrobu v závislosti na technologických vlivech, případně genotypu kukuřičných hybridů zkoumali např. *Andrae a kol. (2001)*, *Bal a kol. (2000)*, *Carpentier a Cabon (2011)*, *Farrell a Gillalard (2011)*, *Fernandez (2004)*, *Filya a Sucu (2010)*, *Frey a kol. (2004)*, *Givens a Deaville (2001)*, *Hetta a kol. (2012)*, *Ivan a kol. (2005)*, *Jensen a kol. (2005)*, *Johnson a kol. (1999)*, *Kruse a kol. (2008)*, *Nkosi a kol. (2011)*, *Mohammadzadeh a kol. (2011)*, *Mitrik a Vajda (2009ab)*, *Qiu a kol. (2003)*, *Thomas a kol. (2001)*, *Knezevic a kol. (2009)*, *Wang a kol. (2010)*, *Weiss a Wyatt (2000)*. Velmi mnoho autorů se zabývalo vlivem aplikace aditiv na kvalitu siláží, např. *Hunt a kol. (1993)*, *Cherney a kol. (2004)*, *Ferret a kol. (1997)*, *Kung (2009)*, *Mohammadzadeh a kol. (2011)*, *Nkosi a kol. (2011)*, *Pahlow a kol. (2003)*, *Russell a kol. (1992)*, *Wilkinson a Davies (2012)*, *Wang a Nishino (2009)*.

Změny frakcí dusíkatých látek studovali např. *Cox a Cherney (2005)*, *Muck (2004)* a *Khorvash a kol. (2006)*, změny nastávají u hotových siláží v průběhu jejich aerobní degradace po otevření sila. Samozáhřevem siláží, který vzniká chemickými reakcemi v nadbytku přítomného kyslíku, se zabývali například *Coblentze a kol. (2001)*, *Wilkinson a Davies (2012)*.

Podkladem pro hodnocení krmiv nám byly normy AOAC (2005), Commission Regulation (EC) No 152/2009 (2009), ČSN 467090 Vzorkování krmiv (1996), ČSN 467092 Metody

zkoušení krmiv (1998), DLG-Praxishandbuch Futterkonservierung (2006), NRC (2001), *Petrikovič a kol. (2000)*, *Třináctý a kol. (2013)*, *Van Soest a kol. (1991)*, Vyhláška č. 415/2009 Sb. (2009) a *Zeman a kol. (1995, 2006)*.

Významné byly pro nás také práce z oblasti výživy a krmení skotu *Barrière a kol. (2004)*, *Blaxter (1962)*, *Boon a kol. (2012)*, *Ebling a Kung (2004)*, *Correa a kol. (2003)*, *Moreno-González a kol. (2000)*, *Nishino a kol. (2003)*, *Oba a Allen (1999)*, *Ørskov a McDonald (1979)*, *Philippeau, Michalet-Doreau (1997, 1998)*, *Qiu a kol. (2003)*, *Retta (2016)*, *Vasta a kol. (2008)*, *Weiss a Wyatt (2000, 2002)*.

Ve výzkumu je třeba držet se světem krok, studovat literaturu, účastnit se konferencí, na

kterých jsou mnohdy prezentovány novinky zemědělského výzkumu dříve než ve vědecké literatuře, jako například nové metody metody konzervace krmiv a krmení zvířat, které je pak možné rychle a efektivně zavádět do praxe. V současné době např. v zahraničí nastupuje éra sekvenování DNA mikroorganismů v silážích i v různých částech trávicího ústrojí přežvýkavců. Výsledky jsou překvapivé a často posouvají roky vžité představy o tom, jak mikroorganismy v procesech fermentace a trávení probíhají. Bez nových sofistikovaných přístrojů jsme se to dříve ani nemohli dozvědět. Obdobná situace je v metabolitech. Některé nové přístroje dokáží rychle a velmi přesně stanovit obrovské množství látek, které se v rostlinách a zvířatech nacházejí.

## 7. ZÁVĚR

Předpokladem úspěchu v chovu skotu je produkce kvalitních siláží, správná manipulace s nimi a jejich vhodné zařazení do krmných dávek. Vždy je třeba mít na paměti, že fermentace je především mikrobiální proces, probíhající v anaerobních podmínkách, a tedy základním požadavkem pro udržení vyprodukované kvality je co největší a nejrychlejší omezení styku siláže s kyslíkem. Každá chyba v silážování a v manipulaci se silážemi se projeví v nárůstu ztrát a tím i nákladů na produkci.

Při vhodné sušině (resp. vodní aktivitě) konzervovaného substrátu, jeho nízké tlumivé kapacitě, dostatku dostupných živin pro homofermentativní LAB a přítomnosti minima dusitanů, vytvoří LAB vhodné podmínky pro potlačení růstu většiny nežádoucích a škodlivých mikroorganismů. Těmi nejdůležitějšími podmínkami jsou kyselost prostředí a úplná absence kyslíku. Bez specializovaných přípravků, přístrojů a strojů si již silážování nelze představit. Jen je třeba umět je používat. Na výsledek silážování má vliv nejen druh a stav potřeb pro silážování, ale i volba způsobu (postupů) silážování a manipulace se siláží. Co je pro jednoho výhodné, pro druhého může být nevýhodné, a naopak. Proto je dobře, když existuje možnost výběru.

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 jejich pohodou a zdravím.

Množství mikrobiálního proteinu (bílkoviny), vytvořeného mikrobiální činností bakterií a nálevníků v bacheru, je závislé především na zásobení různými zdroji energie ve správném poměru k dusíkatým látkám a jejich formě. Promíchávání obsahu bacheru (pomocí stahů stěny bacheru) je důležité, neméně důležité je přežvykování, při němž je sousto rozmělněno a prosliní se, sliny pak neutralizují v bacheru vznikající kyseliny, aby nedocházelo k acidóze. Acidózu lze ovlivnit i s využitím monitorování kyselosti v bacheru (pomocí permanentního pH bolusu v bacheru) a následným opatřením v podobě úpravy krmné dávky, aplikace neutralizačního přípravku nebo předmětu, který podpoří bacherovou motoriku.

Je třeba si uvědomit, že v důsledku ztrát v procesu výroby a spotřeby siláží dochází ke skrytému nárůstu nákladů. V několika ekonomických studiích se lze dočíst, že náklady na krmiva se většinou podílí zhruba z 50 až 60 % na celkových nákladech na produkci, a cca 80 % na tzv. přímých nákladech. Někde více,



jinde méně, ale je to dost pro zamyšlení, kde se dá ušetřit. Siláže jsou pro přežvýkavce základem směsných krmných dávek. Na jejich kvalitě bude záležet, nejen kolik jich zvířata zkonzumují, ale i kolik z nich vyprodukují mléka a masa, a v jaké kvalitě.

Aby byly dojnice zdravé a výkonné a dávaly hodně kvalitního mléka, musí jim dobře fungovat celý zažívací trakt, především bachor. Proto, aby jim bachor dobře fungoval, musí být záso-

bován plnohodnotnou, vyváženou, dlouhodobě stabilní a prosliněnou krmnou dávkou. Čím vyšší požadavky se na produkci dojníc kladou, tím blíže je bachor ke hraně zlomu, kdy přestane dobře fungovat se všemi důsledky, které z toho plynou. Stejně jako vědci z různých míst světa hledají způsoby definování a možného ovlivnění této hranice, tak se o to snažíme i my ve Výzkumném ústavu živočišné výroby ve spolupráci s těmi, kdo o to mají zájem. Velmi si vážíme podpory MZe projektů, které řešíme.

## 8. SOUHRN LITERATURY

- ADDISU, S. (2016) Effect of dietary tannin source feeds on ruminal fermentation and production of cattle: A review. *J. Anim. Feed Res.* 6, 45–56.
- ALZAHAL, O., OR-RASHID, M., GREENWOOD, S.L., DOUGLAS, M.S., MCBRIDE, B.W. (2007) Subacute ruminal acidosis increases milk fat depression with diets supplemented with polyunsaturated fatty acids. *J. Dairy Sci.*, 90 (Suppl. 1), 561.
- ANDRAE, J.G., HUNT, C.W., PRITCHARD, G.T., KENNINGTON, L.R., HARRISON, J.H., KEZAR, W., MAHANNA, W. (2001) Effect of hybrid, maturity, and mechanical processing of maize silage on intake and digestibility by beef cattle. *J. Anim. Sci.* 79, 9, 2268–2275.
- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis. 18th Ed. AOAC International. USA. 1298.
- ÁVILA, C.L.S., CARVALHO, B.F. (2019) Silage fermentation—updates focusing on the performance of microorganisms. *Journal of Applied Microbiology* 128, 966–984.
- BAL, M.A., COORS, J.G. AND SHAVER, R.D. (1997) Impact of the Maturity of Corn for Use as Silage in the Diets of Dairy Cows on Intake, Digestion, and Milk Production. *J. Dairy Sci.* 80: s. 2497–2503.
- BAL, M.A., SHAVER, R.D., SHINNERS, K.J., COORS, J.G., LAUER, J.G., STRAUB, R.J., KOGEL, R.G. (2000): Stage of maturity, processing, and hybrid effects on ruminal in situ disappearance of whole-plant corn silage. *Animal Feed Science and Technology*, 86, 1-2: 83–94.
- BALLARD, C.S. a kol. (2001) Effect of Corn Silage Hybrid on Dry Matter Yield, Nutrient Composition, In Vitro Digestion, Intake by Dairy Heifers, and Milk Production by Dairy Cows. *J. Dairy Sci.*, 84, 2: s. 442–452.
- BARRIÈRE, Y., EMILE, J.C., TRAINÉAU, R., SURAULT, F., BRIAND, M. (2004) Genetic variation for organic matter and cell wall digestibility in silage maize. Lessons from a 34-year long experiment with sheep in digestibility crates. *Maydica*. 115–126.
- 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. *J. Dairy Sci.* 88, 6, 2117–2129.
- BERZAGHI, P., MERTENS, D.R. (2004) Effects of peNCF and starch source on digestibility and ruminal pH and turnover in dairy cows. *J Dairy Sci.* 87(1):462.
- BLAXTER, K.L. (1962) The Energy Metabolism of Ruminants. Hutchinson, London, 329.
- BOON, E.J.M.C, STRUIK, P.C., ENGELS, F.M. CONE, J.W. (2012) Stem characteristics of two forage maize (*Zea mays* L.) cultivars varying in whole plant digestibility. IV. Changes during the growing season in anatomy and chemical composition in relation to fermentation characteristics of a lower internode. *NJAS-Wageningen J. Life Sci.* 59, 1-2, 13–23.
- BORREANI, G., TABACCO, E., CAVALLARIN, L. (2007) A new oxygen barrier film reduces aerobic deterioration in farm-scale corn silage. *J. Dairy Sci.* 90, 4701–4706.
- BORREANI, G., TABACCO, E., SCHMIDT, R.J.,

- HOLMES, B.J., MUCK, R.E. (2018) Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. *J. Dairy Sci.* 101, 3952–3979.
- BUXTON, D.R., MUCK, R.E., HARRISON, J.H. (2003) *Silage Science and Technology*. Madison, Wisconsin, USA, 1–927.
  - CARPENTIER, B., CABON, G. (2011) Forage maize: elaboration of yield and quality, harvest, and conservation. *Fourrages*, 205: 11–23.
  - Commission Regulation (EC) No 152/2009, 2009. of 27 January (2009), laying down the methods of sampling and analysis for the official control of feed. *Official Journal of the European Union*. L 54, s. 1–130.
  - CONE, J.W., VAN GELDER, A.H., VAN SCHOOTEN, H.A., GROTEN, J.A.M. (2008) Effects of forage maize type and maturity stage on in vitro rumen fermentation characteristics. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 55, 2: 139–154.
  - COOPER, R., KLOPFENSTEIN, T. (1996) Effects of Rumensin and feed intake variation on ruminal pH. Update on Rumensin / Tylan / Micotyl for the Professional Feedlot Consultant. Elanco Animal Health, Greenfield, IN.
  - CORREA, C.E.S., PEREIRA, M.N., OLIVEIRA, S.G., RAMOS, M.H. (2003) Performance of Holstein cows fed sugarcane or corn silages of different grain texture. *Sciencia Agriculture*, 60: 621–629.
  - COX, W.J., CHERNEY, J.H. (2005) Timing corn forage harvest for bunker silos. *Agron. J.*, 97, 2005: 142–146.
  - ČSN 467090 Vzorkování krmiv, (1996).
  - ČSN 467092 Metody zkoušení krmiv, (1998).
  - ČSN EN ISO 16472 (ČSN 467095) (2012) Krmiva – Stanovení obsahu neutrálně detergentní vlákniny po úpravě vzorku amylázou (aNDF).
  - ČSN P CEN ISO/TS 17764-2 (467096) (2014) Krmiva – Stanovení obsahu mastných kyselin - Část 2: Metoda plynové chromatografie.
  - DLG-Praxishandbuch Futterkonservierung (2006) Bundesarbeitskreis Futter-konservierung; 7. völlig überarb. u. akt. Aufl. 2006; DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 353.
  - DOLEŽAL, P. a kol. (2012) Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat. Vydavatelství Petr Baštan, Olomouc. ISBN 978-80-87091-33-3
  - DOYLE, N., MBANDLWA, P., KELLY, W.J., ATTWOOD, G., LI, Y., ROSS, R.P., STANTON, C., LEAHY, S. (2019) Use of Lactic Acid Bacteria to Reduce Methane Production in Ruminants, a Critical Review. *Front. Microbiol.* 10:2207. doi: 10.3389/fmicb.2019.02207
  - EBLING, T.L., KUNG, L. Jr. (2004) A Comparison of Processed Conventional Corn Silage to Unprocessed and Processed Brown Midrib Corn Silage on Intake, Digestion, and Milk Production by Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. 87, 8, 2519–2526.
  - FABISZEWSKA, A.U., ZIELIŃSKA, K.J., WRÓBEL, B. (2019) Trends in designing microbial silage quality by biotechnological methods using lactic acid bacteria inoculants: a minireview. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 35, 76, <https://doi.org/10.1007/s11274-019-2649-2>
  - FARRELL, A.D., GILLILLAND, T.J. (2011) Yield and quality of forage maize grown under marginal climatic conditions in Northern Ireland. *Grass and Forage Science*, 66: 214–223.

- FERNANDEZ, I., MARTIN, C., CHAMPION, M., MICHALET-DOREAU, B. (2004) Effect of Corn Hybrid and Chop Length of Whole-Plant Corn Silage on Digestion and Intake by Dairy Cows. *J. Dairy Sci.*, 87, 5: s. 1298-1309.
- 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.
- FERRET, A., GASA, J., PLAIXATS, J., CASANAS, F., BOSCH, L., NUEZ, F. (1997) Prediction of voluntary intake and digestibility of maize silages given to sheep from morphological and chemical composition, in vitro digestibility or rumen degradation characteristics. *Animal Science*, 64, 493-501. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1357729800016118>.
- FILYA, I., SUCU, E. (2010) The effects of lactic acid bacteria on the fermentation, aerobic stability and nutritive value of maize silage. *Grass and Forage Sci.* 65, 4, 446-455.
- FORBES, J.M., 2007. A personal view of how ruminant animals control their intake and choice of food: minimal total discomfort. *Nutr. Res. Rev.* 20, 132-146.
- FREY, T.J., COORS, J.G., SHAVER, R.D., LAUER, J.G., EILERT, D.T., FLANNERY, P.J., (2004) Selection for silage quality in the Wisconsin Quality Synthetic and related maize populations. *Crop Sci.* 44, 4, 1200-1208.
- GIVENS, D I., DEAVILLE, E.R. (2001) Comparison of major carbohydrate fractions and cell wall digestibility in silages made from older and newer maize genotypes grown in the UK. *Anim. Feed Sci. Techn.*, 89, 1-2: s. 69-82.
- GOLDER, H.M., CELI, P., TAKAHASHI, J., LEAN, I.J. (2017): Effect of ruminal mechanical stimulating brushes on rumen fermentation and plasma oxidative stress and subsequent milk yield and composition in lactating dairy. *Animal Production Science* 57, 180-190. DOI: 10.1071/AN15751
- GOZHO, G.N., PLAIZIER, J.C., KRAUSE, D.O., KENNEDY, A.D., WITTENBERG, K.M. (2005) Subacute ruminal acidosis induces ruminal lipopolysaccharide endotoxin release and triggers an inflammatory response. *J. Dairy Sci.*, 88, 4, 1399-1403.
- GRUNINGER, R., RIBEIRO, G., CAMERON, A. a MCALLISTER, T. (2019) Invited review: Application of meta-omics to understand the dynamic nature of the rumen microbiome and how it responds to diet in ruminants. *Animal: an international journal of animal bioscience*, 1-12.
- GUAN, H., KE, W., YAN, Y., SHUAI, Y., LI, X., RAN, Q., YANG, Z., WANG, X., CAI, Y., ZHANG, X. (2020) Screening of natural lactic acid bacteria with potential effect on silage fermentation, aerobic stability and aflatoxin B1 in hot and humid area. *J. Appl. Microbiol.* 128, 1301-1311.
- GUO, X.S., DING, W.R., HAN, J.G., ZHOU, H. 2008 Characterization of protein fractions and amino acids in ensiled alfalfa treated with different chemical additives. *Anim. Feed Sci. Techn.*, 142(1-2), s. 89-98.
- HANUŠ, O., SUCHÁNEK, B. 1992 K významu obsahu močoviny v mléce. *Náš chov*, 10, 448-449.
- HETTA, M., MUSSADIQ, Z., GUSTAVSSON, A.M., SWENSSON, C. (2012) Effects of hybrid and maturity on performance and nutritive characteristics of forage maize at high

- latitudes, estimated using the gas production technique. *Anim. Feed Sci. Techn.* 171, 1, 20-30.
- HOFÍREK, B., PECHOVÁ, A., PAVLATA, L., DVORÁK, R. (2003) Klinická kontrola výživy, bachorové fermentace a konverze živin v chovu dojníc. *Fakulta veterinárního lékařství Veterinární a farmaceutické univerzity Brno*, 1–9. [www.novapdf.com](http://www.novapdf.com).
  - HONIG, H. (1990): Evaluation of aerobic stability. In: *Proc. Eurobac Conference. Grass Forage Report, Spec. Issue 3*, 76–82.
  - HRISTOV, A.N., BANNINK, A., CROMPTON, L.A., HUHTANEN, P., KREUZER, M., MCGEE, M., NOZIÈRE, P., REYNOLDS, C.K., BAYAT, A.R., YÁÑEZ-RUIZ, D.R., DIJKSTRA, J., KEBREAB, E., SCHWARM, A., SHINGFIELD, K.J., YU, Z. (2019) Invited review: Nitrogen in ruminant nutrition: A review of measurement techniques. *J. Dairy Sci.* 102, 5811–5852. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15829>
  - HUNT, C.W., KEZAR, W., HINMAN, D.D., COMBS, J.J., LOESCHE, J.A., MOEN, T. (1993) Effects of hybrid and ensiling with and without a microbial inoculant on the nutritional characteristics of whole-plant corn. *J. Anim. Sci.* 71, 1, 38–43.
  - CHALUPA, W., SNIFFEN, C.J., FOX, D.G., VAN SOEST, P.J. (1991) Model generated protein degradation nutritional information. *Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers (USA)*. ISSN: 0885-7687.
  - CHERNEY, D.J.R., CHERNEY, J.H., COX, W.J. (2004) Fermentation characteristics of corn forage ensiled in mini-silos. *J. Dairy. Sci.* 87, 12, 4238–4246.
  - IVAN, S.K., GRANT, R.J., WEAKLEY, D., BECK, J. (2005) Comparison of a Corn Silage Hybrid with High Cell-Wall Content and Digestibility with a Hybrid of Lower Cell-Wall Content on Performance of Holstein. *J. Dairy. Sci.* 88, 1, 244–254.
  - JENSEN, C., WEISBJERG, M.R., NØRGAARD, P., HVELPLUND, T. (2005) Effect of maize silage maturity on site of starch and NDF digestion in lactating dairy cows. *Anim. Feed Sci. Techn.* 118, 3-4, 4, 279–294.
  - JOHN, B., DAVIES, D., WILLIAMS, D., HODGKINSON, J. (2019) A review of our current understanding of parasite survival in silage and stored forages, with a focus on *Fasciola hepatica metacercariae*. *Grass Forage Sci.* pp. 211–217.
  - JOHNSON, L., HARRISON, J.H., HUNT, C., SHINNERS, K., DOGGETT, C.G., SAPIENZA, D. (1999) Nutritive Value of Corn Silage as Affected by Maturity and Mechanical Processing: A Contemporary Review. *J. Dairy. Sci.* 82, 12, 2813–2825.
  - KALAČ, P., MÍKA, V. (1997) Přírodní škodlivé látky v rostlinných krmivech. ÚZPI, Praha, 301 s. ISBN 80-85120-96-8.
  - KAND, D., RAHARJO, B., CASTRO-MONTOYA, J., DICKHOEFER, U. (2018) The effects of rumen nitrogen balance on in vitro rumen fermentation and microbial protein synthesis vary with dietary carbohydrate and nitrogen sources. *Animal Feed Science and Technology* 241 184–197.
  - KHAN, M.A., BACH, A., WEARY, D.M., VON KEYSERLINGK, M.A.G. (2019) Invited review: Transitioning from milk to solid feed in dairy heifers. *J. Dairy Sci.*, 99, 885–902.
  - KHORVASH, M., COLOMBATTO, D., BEAUCHEMIN, K.A., GHORBANI, G.R., SAMEI, A. (2006) Use of absorbants and inoculants to enhance the quality of corn silage. *Can J Anim Sci.*, 86, 97e107.

- KNEZEVIC, M., VRANIC, M., BOSNJAK, K., LETO, J., PERCULIJA, G., KUTNJAK, H., MATIC, I., (2009) Effects of additive application upon ad libitum intake, in vivo digestibility and nitrogen balance of alfalfa haylage. *Mljekarstvo*. 59, 3, 237–243.
- KONONOFF, P.J., HEINRICH A.J. (2003) The effect of reducing alfalfa haylage particle size on cows in early lactation. *J. Dairy Sci.*, 86, 1445–1457.
- KONONOFF, P.J., HEINRICH 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. *J. Dairy Sci.*, 86, 1858–1863.
- KONONOFF, P.J., HEINRICH A.J., LEHMAN, H.A. (2003) The effect of corn silage particle size on eating behavior, chewing activities, and rumen fermentation in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 86, 3343–3353.
- 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. *J Dairy Sci.*, 85(8), s.1947–1957.
- KRUSE, S., HERRMANN, A., KORNER, A., TAUBE, F. (2008) Evaluation of genotype and environmental variation in fibre content of silage maize using a model-assisted approach. *European Journal of Agronomy*, 28: 210–223.
- KUNG, L. Jr. (2009) Potential factors that may limit the effectiveness of silage additives. in *Proc. XV International Silage Conference*, Madison, WI. July 27–29, 37–45.
- LAMMERS, B.P., BUCKMASTER, D.R., HEINRICH, 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.
- LAUER, J. (2008) Key Management Decisions for Producing Corn Silage. *SATA Conference in Padenghe sul Garda, Italy*, November 28, 2006, University of Wisconsin. 6.
- LOUČKA, R., HOMOLKA, P., JANČÍK, F., KOUKOLOVÁ, V., KUBELKOVÁ, P., TYROLOVÁ, Y. a VÝBORNÁ, A. (2019) Je třeba aplikovat silážní přípravky při silážování kukuřice?. *Krmivářství*, roč. 23(2), s. 40–43.
- LOUČKA, R., HOMOLKA, P., JANČÍK, F., KUBELKOVÁ, P. a TYROLOVÁ, Y. (2016) Vliv aditiv na kvalitu kukuřičných siláží. *Krmivářství*, roč. 20(4), s. 27–30.
- LOUČKA, R., HOMOLKA, P., JANČÍK, F., KUBELKOVÁ, P., TYROLOVÁ, Y. a VÝBORNÁ, A. (2016) Kvalita kukuřičné siláže konzervované různými aditivy. *Úroda*, roč. LXIV, vědecká příloha (12), s. 493–496.
- LOUČKA, R., HOMOLKA, P., JANČÍK, F., KUBELKOVÁ, P., TYROLOVÁ, Y. a VÝBORNÁ, A. (2017) Metody zajišťování pokusů pro stanovení kvality siláží. *Úroda*, roč. LXV(12, vědecká příloha), s. 563–566.
- LOUČKA, R., HOMOLKA, P., JANČÍK, F., KUBELKOVÁ, P., TYROLOVÁ, Y. a VÝBORNÁ, A. (2017) Vliv kombinace biologických a chemických přípravků na kvalitu kukuřičné siláže. *Úroda*, roč. LXV(12, vědecká příloha), s. 567–570.
- LOUČKA, R., HOMOLKA, P., JANČÍK, F., KUBELKOVÁ, P., TYROLOVÁ, Y. a VÝBORNÁ, A. (2017) Využití stájové technologie ke kontrole výživy dojníc. *Náš chov*, roč. 77(10), s. 51–54.
- LOUČKA, R., JANČÍK, F., KUBELKOVÁ, P., TYROLOVÁ, Y., VÝBORNÁ, A., KOUKOLOVÁ, V. a HOMOLKA, P. (2019) Hodnocení směsné

- krmné dávky podle fyzikální struktury. Krmivářství, roč. 23(3), s. 20–23.
- LOUČKA, R., TYROLOVÁ, Y., JANČÍK, F., KUBELKOVÁ, P. a HOMOLKA, P. (2017) Vliv délky řezanky zavadlé vojtěšky na kvalitu fermentačního procesu a aerobní stabilitu siláže. Krmivářství, roč. 21(2), s. 8–12.
  - LOUČKA, R., TYROLOVÁ, Y., VÝBORNÁ, A., JANČÍK, F., KUBELKOVÁ, P. a HOMOLKA, P. (2018) Vliv konzervantu na kvalitu vojtěškové siláže. Náš chov, roč. 78(2), s. 50–55.
  - LOUČKA, R., TYROLOVÁ, Y., VÝBORNÁ, A., JANČÍK, F., KUBELKOVÁ, P., KOUKOLOVÁ, V. a HOMOLKA, P. (2019) Konzervace vojtěšky s různou délkou řezanky a vybranými aditivy. Náš chov, roč. 79(3), s. 20–24.
  - LOUČKA, R., TYROLOVÁ, Y., VÝBORNÁ, A., JANČÍK, F., KUBELKOVÁ, P., KOUKOLOVÁ, V. a HOMOLKA, P. (2019) Konzervace vojtěšky silážními přípravky nového typu. Náš chov, roč. 79(4), s. 16–19
  - LOUČKA, R., VÝBORNÁ, A., TYROLOVÁ, Y., JANČÍK, F., KUBELKOVÁ, P., KOUKOLOVÁ, V. a HOMOLKA, P. (2020) Silážování vojtěšky s různou délkou řezanky. Krmivářství, roč. 24(2), s. 32–36.
  - LOUČKA, R., VÝBORNÁ, A., TYROLOVÁ, Y., ŘEHÁK, D., KOUKOLOVÁ, V., KUBELKOVÁ, P., JANČÍK, F. a HOMOLKA, P. (2020) Krmné dávky pro dojnice s využitím precizního zemědělství. Náš chov, roč. 80(3), s. 68–72.
  - MATSUYAMA, H., Horiguchi, K., TAKAHASHI, T., KAYABA, T., ISHIDA, M., ANDO, S., NISHIDA, T. (2000): Control of methane production from expiratory gas by ruminal dosing with mechanical stimulating goods in Holstein steer. Asian-Australasian Journal of Animal Science 13, Supplement A, 215.
  - Mc DONALD, P., HENDERSON, A.R., HERON, S.J.E. (1991) The Biochemistry of Silage (Second edition). Marlow, Bucks, UK: Chalcombe Publications, 1991, 340 p., ISBN 0-948617-225.
  - MERTENS, D.R. (2002) Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fibre in feeds with refluxing beakers or crucibles: collaborative study. J. Assoc. Off. Assoc. Chem. Int. 85, 6, 1217–1240.
  - 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.
  - MERTENS, D.R., (2000) Physically effective NDF and its use in dairy rations explored. Feedstuffs April. 10, 11–14.
  - MITRÍK, T. (2018) Silážovanie. FEED LAB, s.r.o. Kežmarok, 287 s.
  - MITRÍK, T., VAJDA, V. (2009a) Efektívna výroba kukuričnej siláže – stanovenie správnej fázy pre zber = monitoring silážnej zrelosti. In: Kukuřice objemné krmivo. Limagrain, 2009, s 12–16.
  - MITRÍK, T., VAJDA, V. (2009b) Efektívna výroba kukuričnej siláže – vzťah medzi obsahom sušiny a silážnou zrelosťou. In: Kukuřice objemné krmivo. Limagrain, 2009, s 17–18.
  - MOHAMMADZADEH, H., KHORVASH, M., GHORBANI, G.R., YANG, W.Z. (2011) Effects of a dual-purpose bacterial inoculant on the fermentation characteristics of high-moisture maize silage and dairy cattle performance. South African J. Anim. Sci. 41. 4. 368–376.
  - MOHD-SETAPAR, S.H., ABD-TALIB, N., AZIZ, R. (2012) Review on Crucial Parameters of

- Silage Quality, APCBEE Procedia. 3 99–103.
- MORENO-GONZÁLEZ, J., MARTÍNEZ, I., BRICHETTE, I., LÓPEZ, A., CASTRO, P., (2000) Breeding Potential of European Flint and U.S. Corn Belt Dent Maize Populations for Forage Use. *Crop Sci.* 40, 1588–1595.
  - MUCK, R.E. (1993) Ensiling and its effect on crop quality. In: Proc. National Silage Production Conference, Syracuse, New York, 1993, pp. 57–66.
  - NASCIMENTO AGARUSSI, M.C., GOMES PEREIRA, O., PAULA, R.A.D., SILVA, V.P.D., SANTOS ROSEIRA, J.P., FONSECA, E., SILVA, F. (2019) Novel lactic acid bacteria strains as inoculants on alfalfa silage fermentation. *Sci. Rep.* 9, 8007.
  - NEDÉLNÍK, J., SKLÁDANKA, J., ZEMAN, L., VYSKOČIL, I., POŠTULKA, R., ROTREKL, J., MORAVCOVÁ, H., KOLAŘÍK, P. (2011) Výroba kukuřičné siláže z různých fyziologických typů hybridů kukuřice. Certifikovaná metodika. Zemědělský výzkum spol. s r.o. Troubsko, s. 1–36.
  - NEWBOLD, J.R., LEWIS, E.A., LAVRIJSSEN, J., BRAND, H.J., VEDDER, H. BAKKER, J. (2006) Effect of storage time on ruminal starch degradability in corn silage. *J. Dairy Sci.*, 89 (Suppl. 1), 190.
  - NISHINO, N., HARADA, H., SAKAGUCHI, E. (2003) Evaluation of fermentation and aerobic stability of wet brewers grains ensiled alone or in combination with various feeds as a total mixed ration. *J. Sci. Food and Agric.* 83, 557–563.
  - NGONYAMO-MAJEE, D., SHAVER, R.D., COORS, J.G., SAPIENZA, D., LAUER J.G. (2008) Relationship between kernel vitreousness and dry matter degradability for diverse corn germplasm. II. Ruminal and post-ruminal degradabilities. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 142, pp. 259–274
  - NKOSI, B.D., MEESKE, R., LANGA, T., THOMAS, R.S. (2011) Effects of bacterial silage inoculants on whole-crop maize silage fermentation and silage digestibility in rams. *South African J. Anim. Sci.* 41, 4, 350–359.
  - Norma 2004 (2004) Systému hodnocení siláží. AgroKonzulza Žamberk, interní dokument.
  - NRC (2001) National Research Council. Nutritional requirements of Dairy Cattle, 7th. Ed. National Academy of Science, Washington DC, USA, 381 s.
  - 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. *J. Dairy. Sci.* 82, 3, 589–596.
  - OLAGARAY K.E. a BRADFORD, B.J. (2019) *Anim. Feed Sci. Technol.*, 251(5), 21–36
  - ØRSKOV, E. R. a McDONALD, I. (1979) The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci.*, 92, 2, s. 499–503.
  - PAHLOW, G., MUCK, R.E, DRIEHUIS, F., ELFERINK, S.J.W.H. (2003) Microbiology of ensiling. *Silage Science of Technology*, 42, 31–93.
  - PAUL, A.A., SOUTHGATE D.A.T. (1978) McCance and Windowson's, The composition of Foods, Her Majesty's stationary office, London, UK. pp. 56–57.
  - PAULY, T. a WYSS, U. (2019) Efficacy testing of silage additives—Methodology and existing schemes. *Grass and Forage Sci.* 74, 201–210. <https://doi.org/10.1111/gfs.12432>



- PECHOVÁ, A. a JAMBOR, V. (2020) Fermentace siláží pomocí biologických inokulantů a jejich vliv na energetickou účinnost krmiv. *Náš chov*. 26–27.
- PECHOVÁ, A., a PAVLATA, L. (2005) Využití metabolických profilů při kontrole výživy dojníc. In *Sborník ze semináře Výživa skotu z hledisek produkční a preventivní medicíny. Klinika chorob přežvýkavců FVL VFU Brno a Česká buiatrická společnost*, 102–111.
- PETRIKOVIČ, P. a kol. (2000) Výživná hodnota krmiv. I. a II. časť, vydanie I., *Slovenský Chov: VÚŽV Nitra, Publikácie VÚŽV Nitra*, 2, 2000, ISBN 80-88872-12-X
- PHILIPPEAU, C., MICHALET-DOREAU, B. (1997) Influence of genotype and stage of maturity of maize on rate of ruminal starch degradation. *Anim. Feed Sci. Techn.* 68, 1-2, 25–35.
- PHILIPPEAU, C., MICHALET-DOREAU, B. (1998) Influence of genotype and ensiling of corn grain on in-situ degradation of starch in the rumen. *J. Dairy. Sci.* 81, 2178–84.
- PIEPER, B., HOEDTKE, S., WENSCH, D. M., KORN, U., WOLF, P., ZEYNER, A. (2017) Validation of the Rostock fermentation test as an in vitro method to estimate ensilability of forages using glass jar model silages as a basis for comparison. *Grass Forage Science*, 72(3): 568–580. DOI: <https://doi.org/10.1111/gfs.12259>.
- PLAIZIER, J.C. (2004) Replacing Chopped Alfalfa Hay with Alfalfa Silage in Barley Grain and Alfalfa-Based Total Mixed Rations for Lactating Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 87, 2495–2505.
- PŘIKRYL, J., BARANČIČ, F., DOLEŽAL, P., HARTMAN, J., JAMBOR, V., PAR, F., JAKOBE, P., LOUČKA, R., KOŽIŠEK, J., HAVLÍČKOVÁ, Z., VÁVROVÁ, L. (1988) Biotechnologické aspekty zvyšování kvality konzervovaných, skladovaných a upravovaných krmiv. *, 1-47.*
- QIU, X., EASTRIDGE, M.L., WANG, Z. (2003) Effects of Corn Silage Hybrid and Dietary Concentration of Forage NDF on Digestibility and Performance by Dairy Cows. *J. Dairy. Sci.* 86, 11, 3667–3674.
- RAJČÁKOVÁ, L., MLYNÁR, R. (2009) Zásady využívania potenciálu silážnych a konzervačných prípravkov pri výrobe kvalitných a hygienicky nezávadných konzervovaných krmiv. (Metodická príručka). *Centrum výskumu živočišnej výroby Nitra*. s. 1–47.
- RANJIT, N.K. a KUNG, Jr. L. (2000) The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. *J Dairy Sci.*, 83, s. 526-535.
- REN, F., HE, R., ZHOU, X., GU, Q., XIA, Z., LIANG, M., ZHOU, J., LIN, B., ZOU, C. (2019) Dynamic changes in fermentation profiles and bacterial community composition during sugarcane top silage fermentation: a preliminary study. *Bioresour. Technol.* 285, 121315.
- RETTA, K.S. (2016) Role of probiotics in rumen fermentation and animal performance: a review. *Int J Livest Prod.* 7(5), 24–32. doi:10.5897/IJLP2016.0285
- RICHTER, W., SPIEKER, H., SCHUSTER, M., BARANOWSKI, A. (2010) Rostocker Fermentationstest – Nachprüfung biologischer Siliermittel mit DLG-Gütezeichen. *Schriftenreihe Der Bayerischen Landesanstalt Für Landwirtschaft*, 11, 1–65.
- RUSSELL, J.R., IRLBECK, N.A., HALLAUER, A.R., BUXTON, D.R. (1992) Nutritive-value

and ensiling characteristics of maize herbage as influenced by agronomic factors. *Anim. Feed Sci. Techn.* 38, 1, 11–24.

- SI, H., LIU, H., LI, Z., NAN, W., JIN, C., SUI, Y., LI G. (2019) Effect of *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus buchneri* addition on fermentation, bacterial community and aerobic stability in lucerne silage. *Animal Production Science*, [https://doi.org/10.1071/AN16008\\_CO](https://doi.org/10.1071/AN16008_CO)
- SOUNDHARRAJAN, I., KIM, D., KUPPUSAMY, P., MUTHUSAMY, K., LEE, H.J., CHOI, K.C. (2019) Probiotic and Triticale Silage Fermentation Potential of *Pediococcus pentosaceus* and *Lactobacillus brevis* and Their Impacts on Pathogenic Bacteria. *Microorganisms* 2019, 7, 318.
- StatSoft, Inc. (2011) STATISTICA software, version 10, [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).
- STEIDLOVÁ, S. a KALAČ, P. (2002) Levels of biogenic amines in maize silages. *Animal Feed Science and Technology*, 102, 197–205.
- TEETER, R. G., MCDONALD, K., DEHYIM, F. (1990) Nitrogen corrected true metabolizable energy value of propionic acid, glycerol and luprosil® for broilers. *Animal Science Research Report*. 129, 205–208.
- THOMAS, E.D., MANDEBVU, P., BALLARD, C.S., SNIFFEN, C.J., CARTER, M.P., BECK, J., (2001) Comparison of Corn Silage Hybrids for Yield, Nutrient Composition, In Vitro Digestibility, and Milk Yield by Dairy Cows. *J. Dairy. Sci.* 84, 2217–2226.
- TRÍNÁCTÝ, J. a kol. (2013) Hodnocení krmiv pro dojnice. Pohořelice: AgroDigest s.r.o., 2013, 1–650.
- 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. *J. Agric. Sci.*, 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. *J. Dairy. Sci.* 74, 3583–3597.
- VASTA, V., DAGHIO, M., CAPPUCCI, A., BUCIONI, A., SERRA, A., VITI, C., MELE, M. (2019) Invited review: Plant polyphenols and rumen microbiota responsible for fatty acid biohydrogenation, fiber digestion, and methane emission: Experimental evidence and methodological approaches. *J. Dairy Sci.* 2019, 102, 3781–3804.
- VASTA, V., MAKKAR, H.P.S., MELE, M., PRIOLO, A. (2008) Ruminal biohydrogenation as affected by tannins in vitro. *Br. J. Nutr.* 2008, 102, 82–92.
- Vyhláška č. 415/2009 Sb. o stanovení požadavků na odběr vzorků a způsobu zveřejnění metod laboratorního zkoušení produktů ke krmení, 2009.
- WANG, B., SUN, Z., YU, Z. (2020) Pectin Degradation is an Important Determinant for Alfalfa Silage Fermentation through the Rescheduling of the Bacterial Community. *Microorganism.* 8, 488.
- WANG, F. a NISHINO, N. (2009) Association of *Lactobacillus buchneri* with aerobic stability of total mixed ration containing wet brewers grains preserved as a silage. *Animal Feed Science and Technology*, 149, 3–4: 265–274.
- WANG, P., SOUMA, K., KOBAYASHI, Y. IWABUCHI, K. SATO, C. MASUKO, T. (2010) Influences of Northern Leaf Blight on corn silage fermentation quality, nutritive value

- and feed intake by sheep. *Anim. Sci. J.*, 81, 4, 487–493.
- WECHT, K.J., JACOB, D.J., FRANKENBERG, CH., JIANG, Z., BLAKE, D.R. (2014) Mapping of North American methane emissions with high spatial resolution by inversion of SCIAMACHY satellite data. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. 119: 1–16
  - WEISS, W.P., WYATT, D.J. (2000) Effect of Oil Content and Kernel Processing of Corn Silage on Digestibility and Milk Production by Dairy Cows. *J. Dairy. Sci.* 83, 2, 351–358.
  - WEISS, W.P., WYATT, D.J. (2002) Effects of Feeding Diets Based on Silage from Corn Hybrids that Differed in Concentration and In Vitro Digestibility of Neutral Detergent Fiber to Dairy Cows. *J. Dairy. Sci.* 85, 12, 3462–3469.
  - WEISSBACH, F. (1996) New developments in crop conservation. 11–25. In D.I.H. Jones et al. (ed.) *Proc. Int. Silage Conf.*, 11th. Aberystwyth, UK. 8–11th Sept. 1996. IGER, Aberystwyth, UK.
  - WILKINSON, J.M. (2005) Silage. Chapter 19: Analysis and Clinical Assessment of Silage. Chalcombe Publications, UK, 198–208.
  - WILKINSON, J.M. a DAVIES, D.R. (2012) The aerobic stability of silage: key findings and recent developments. *Grass Forage Sci.* 68, 1–19. doi: 10.1111/j.1365-2494.2012.00891.x
  - XU, D., DING, W., KE, W., LI, F., ZHANG, P., GUO, X. (2018) Modulation of metabolome and bacterial community in whole crop corn silage by inoculating Homofermentative *Lactobacillus plantarum* and Heterofermentative *Lactobacillus buchneri*. *Front. Microbiol.* 9:3299. doi: 10.3389/fmicb.2018.03299
  - YANG, W.Z. a BEAUCHEMIN, K.A. (2005) Effects of physically effective fiber on digestion and milk production by dairy cows fed diets based on corn silage. *J. Dairy Sci.* 88, 1090–1098.
  - 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.
  - ZEMAN, L. a kol. (1995) Katalog krmiv. VÚVZ Pohořelice, 466 s.
  - ZEMAN, L. a kol. (2006) Výživa a krmení hospodářských zvířat. 1. vydání, Praha: Profi Press, s.r.o., 360 s., ISBN 80-86726-17-7.
  - ZIMOLKA, J. a kol. (2008) Kukuřice – hlavní a alternativní užitkové směry, Praha: Profi Press, 200 s.

## 9. PODĚKOVÁNÍ

Především je třeba poděkovat Ministerstvu zemědělství ČR za financování knihy v rámci podpory z dotačního titulu 9.F.e. Regionální přenos informací, Agrární komoře ČR a jmenovitě Mgr. Šárce Štejnarové bychom rádi poděkovali za management vydání knihy.

V knize jsou uvedeny některé výsledky projektu v rámci řešení institucionálního Výzkumného záměru MZE-RO0718, projektu NAZV QK1810137 a projektu TAČR TP01010047. Bez finanční podpory těchto projektů bychom nedosáhli tolika vědeckých a odborných podkladů k sepsání této knižní publikace.

Za oponentské posudky bychom rádi poděkovali doc. MVDr. Aleně Pechové, CSc. z Ústavu chovu zvířat, výživy zvířat a biochemie Fakulty veterinární hygieny a ekologie Veterinární a farmaceutické univerzity Brna a Ing. Václavu Jamborovi, CSc., majiteli firmy Nutrivet s.r.o. v Pohořelicích a doc. Ing. Jiřímu Motyčkoví, CSc., řediteli Svazu chovatelů holštýnského skotu ČR. Jejich posudky jsou v příloze této knihy.

# 10. PŘÍLOHY

## 10. 1. SEZNAM ZKRATEK

AA	aminokyseliny (amino acids)	KPS	Kernel processing score
AC	Action categories DLG	KTJ	kolonie tvořící jednotky kultur bakterií (CFU)
ADF	vláknina rozpustná v kyselém detergentu (acid detergent fibre)	LAB	Lactic acid bacteria
aNDF	NDF u kukuřice, stanovená s amylázou podle ČSN EN ISO 16472	LKS	silážovaná drť kukuřičných palic s listeny (Lieschen Kolben Schrott)
BC	tlumivá kapacita (bufer capacity)	MbP	mikrobiální protein
BMK	bakterie mléčného kvašení (angl. LAB)	ME	metabolizovatelná energie
BNLV	bezdušikáté látky výťažkové	MF	Modulus of fineness
BPS	bioplynová stanice	MTD/1	označení kmene Lactobacillus plantarum
BQ	bachorový kvocient	NDF	vláknina rozpustná v neutrálním detergentu (neutral detergent fibre)
CCM	silážovaná drť kukuřičných palic bez listenů (corn cob mix)	NL	dušikáté látky
CFU	kolonie tvořící jednotky kultur bakterií (Colony-forming unit bacteria)	NPN	nebílkovinný dusík
CNCPS	Cornell net carbohydrate and srotein system	pef	fyzikálně efektivní faktor
CSFI	fragmentační index	peNDF	fyzikálně efektivní vláknina
CSPS	Corn silage processing score	PSPS	Penn state particle separator
DLG	Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (německý systém hodnocení)	RDP	protein degradovatelný v bachoru (rumen degradable protein)
eNDF	efektivní vláknina	RFC	v bachoru zkvasitelné sacharidy (rumen fermented carbohydrates)
ES	označení v pokusu pro Ecosyl 100	RFT	Rostockův fermentační test
ESC	sacharidy rozpustné v etanolu (ethanol soluble carbohydrate)	RUP	protein nedegradovatelný v bachoru (bypass protein)
FAAS	Forage Additive Approval Scheme	TLC	teoretická délka řezanky (theoretical length of cut)
FC	fermentační koeficient (fermentation coefficient)	TMK	těkavé mastné kyseliny
FCM	produkce mléka po přepočtu na 4% tučnost	TMR	total mixed ration, resp. směsná krmná dávka
GPS	siláž z drtě obilovin (Ganz Pflanzen Schrott)	WSC	ve vodě rozpustné sacharidy (water soluble carbohydrate)
KO	označení v pokusu pro kontrolu		

## 10. 2. OPONENTSKÉ POSUDKY

### 10. 2. 1. Ing. Václav Jambor, csc.

Předložená kniha se zabývá problematikou konzervace objemných krmiv, jejich fermentačním procesem a na to navazujících otázek využití konzervovaných krmiv fermentačním procesem v předžaludku dojníc.

Jedná se, podle mého názoru, o jednu z prvních publikací, která zhodnocuje oba okruhy otázek výživy dojníc najednou – většina publikací dříve řešila dané otázky odděleně. Odborníkům ze zemědělské praxe tato kniha erudovaně předkládá odpovědi na oba okruhy otázek. Dle dotačního titulu (9.F.e. Regionální přenos informací) je publikace určena pro malé a střední zemědělské podniky, což plně splňuje.

Kniha ukazuje důležitost uchování a konzervace živin v oblasti silážování, klade důraz na uchování živin, na možnost ovlivnění fermentačního procesu různými typy konzervačních přípravků, ale také na problematiku snížení ztrát živin během celého procesu sklizně, uskladnění a krmení siláží. Otázka ztrát živin je prioritou ekonomiky výroby a použití konzervačních přípravků. V předchozích publicích se na tuto problematiku trochu zapomínalo. Další důležitou otázkou v této knize je podrobně a erudovaně popsané potlačení vzniku nežádoucích jedovatých sekundárních metabolitů, které zhoršují zdravotní stav vysokoprodukčních dojníc, ale i možnost následného zhoršení kvality živočišných produktů.

V souvislosti s těmito otázkami autor v knize navazuje problematikou možnosti řízení fermentačního procesu v bacheru dojníc. Tato část knihy popisuje zcela jiný typ fermentace, kdy dochází v bacheru díky fermentační činnosti k využití energetické složky ve formě podílu sacharidů v TMR (cukru a škrobu) a dále nebilkovinných dusíkatých látek z objemných krmiv, kdy dochází k tvorbě cenného mikrobiálního zdroje bílkovin. Při nedostatku mikrobiální bílkoviny musí chovatel tento zdroj nahradit jiným zdrojem bílkovin, který většinou musí nakoupit. To vše dohromady výrazně ovlivňuje ekonomiku výroby mléka.

Chovatel na základě uvedených poznatků, získaných nejen ze studia naší a zahraniční literatury, ale i ze spolupráce s kolegy v rámci akcí, a to i mezinárodních, které společně pořádáme, a s těmito kolegy osobně o dané problematice diskutujeme, získává mnoho důležitých informací, které může využít ve své praxi v zemědělském podniku.

Vzhledem k tomu, že naše společnost Nutrivet s.r.o. Pohořelice se zabývá hodnocením kvality krmiv a zavádí nové způsoby hodnocení těchto krmiv, víme, že prosazení nových způsobů hodno-

cení siláží do zemědělské praxe je velmi složité. Můžeme však konstatovat, že zemědělská praxe má o zavádění nových postupů a technologií velký zájem. Dle tvrzení zahraničních kolegů naše česká zemědělská veřejnost je leckdy mnohem přístupnější k zavádění nových postupů než ta v zahraničí. Je to i výsledek toho, jakým způsobem jsou výsledky pokusů a informace z literatury zemědělské veřejnosti předkládány. Příkladem může být i tato k posudku předložená kniha.

Z těchto všech důvodů, které jsem uvedl, a na základě mých připomínek, které hlavní autor textu plně akceptoval, jsem přesvědčen o tom, že tato publikace bude pro zemědělskou praxi velkým přínosem, hlavně pro specialisty na výrobu krmiv a výživu dojnic.

**Závěr:** publikaci schvaluji a doporučuji k tisku.

**V Pohořelicích 21.8.2020**

**Ing. Václav Jambor, CSc.**

### **10. 2. 2. doc. MVDr. Alena Pechová, csc.**

Kniha se zabývá problematikou mikrobiální fermentace, která je rozhodující pro úspěšný chov skotu. Kniha je originální v tom, že se zabývá mikrobiální fermentací na dvou úrovních – při konzervaci krmiv a při mikrobiálním trávení v bacheru. Zdůrazňuje tak celkový vliv mikrobiální fermentace na chov skotu. V chovech dojeného skotu představují konzervovaná krmiva významnou součást krmné dávky a z tohoto pohledu je jejich kvalita rozhodující jak pro dobrý zdravotní stav dojnic, tak i pro vysokou a kvalitní produkci.

V první části knihy je rozebrána problematika fermentačních procesů při silážování a faktorů, které rozhodují o výsledném produktu. Podrobně jsou popisovány především změny teploty siláže v průběhu fermentačního procesu, kdy jsou uváděny výsledky vlastních pokusů, ukazující vliv různých faktorů na průběh fermentace jako je délka řezanky, sušina, typ silážované hmoty a použití různých typů aditiv. Snahou je především vysvětlit komplikovanost celého procesu a představení hlavních rizik, aby čtenář lépe pochopil všechny procesy, které se při fermentaci odehrávají a na základě těchto znalostí se dokázal správně rozhodovat při výrobě konzervovaných krmiv a věnovat pozornost podstatným faktorům. V knize nejsou uváděna jednoznačná zjednodušující doporučení, která však mohou být i zavádějící.

Druhá část knihy je věnována fermentaci v bacheru. Stručně jsou charakterizovány jednotlivé složky krmiva a biochemické procesy, které se v bacheru odehrávají, stejně jako poruchy bacherového trávení se kterými je možno se v chovech setkat. Největší pozornost je věnována fyzikální struktuře krmné dávky, především sledování obsahu vlákniny a možnostem jejího hodnocení. Po-



drobně jsou vysvětleny pojmy jako je strukturální vláknina, efektivní vláknina, fyzikálně efektivní vláknina apod. Rovněž v této části jsou uvedeny výsledky vlastních pokusů u dojníc, které byly zaměřeny především na prevenci chronické / subklinické bachorové acidózy. Ve vlastních pokusech věnovali autoři pozornost nejen příjmu krmiva a přežvykování ale detailně bylo sledováno pH v bachoru pomocí speciálních bolusů. Výsledky ukazují kolísání pH v bachoru, které je výrazné především v průběhu dne v závislosti na příjmu a složení krmné dávky. Obdobně jako u fermentace siláží je zde zdůrazňována komplexnost procesů a působení jednotlivých faktorů na bachorovou fermentaci a nejsou zde uváděna konkrétní doporučení.

V knize je popsána jak současná úroveň znalostí o dané problematice, tak i výhledy do budoucna včetně přehledu významných prací publikovaných ve vědeckých časopisech. Podrobně jsou vysvětleny rovněž některé experimentální metody využívané při studiu fermentačních procesů v silážích i v bachoru.

Na základě prostudování celé knihy a po zpracování připomínek hlavním autorem do textu hodnotím tuto knihu jako vhodnou k publikování v rámci dotačního titulu (9.F.e Regionální přenos informací), který je určen pro malé a střední zemědělské podniky. Knihu považuji za přínosnou především pro specialisty na výrobu krmiv a výživu dojníc, ale dobře využitelná bude rovněž pro chovatele skotu.

**Závěr:** Publikaci schvaluji a doporučuji k tisku.

**V Brně 25. 8. 2020**

**doc. MVDr. Alena Pechová, CSc.**

### **10. 2. 3. doc. Ing. Jiří Motyčka, csc.**

Publikace Agrární komory České republiky: Jak zajistit vhodnou fermentaci v silážích a v bachoru dojníc.

Vedoucí autorského kolektivu: Ing. Radko Loučka, CSc.

Publikace se věnuje problematice fermentačních procesů při konzervaci objemných krmiv a následné fermentaci zkrmovaných objemných krmiv v předžaludku. Provázání těchto dvou okruhů považuji za vhodné.





Současné populace hlavních dojených plemen v ČR patří svojí výkonností ke špičce v evropském i světovém srovnání. Náklady na krmiva tvoří zhruba polovinu celkových nákladů v chovu dojnic. Množství a kvalita živin z objemných krmiv a jejich využitelnost dojnícemi má zásadní dopady do ceny krmné dávky a tím i celkové rentability výroby mléka každého producenta. Z tohoto pohledu je publikace aktuální a potřebná.

Publikace je vhodně členěna do kapitol, které mají věcnou a logickou návaznost. Autorům se podařilo vhodně kombinovat podrobný popis a teoretickou podstatu procesů s jejich aplikací do praktické činnosti od sklizně, přípravy konzervovaných krmiv, procesu fermentace až po dopady do fermentace v bachoru a využitelnosti živin dojnícemi. Vzájemné provázání teoretických poznatků s praktickými opatřeními a doporučení, považuji za zdařilé a je předností publikace.

V publikaci jsou dobře popsány jednotlivé oblasti konzervace, zdůrazněna je komplexnost procesu, nejčastější chyby a jejich praktické důsledky do kvality krmiva, ztrát živin, možného výskytu nežádoucích a toxických látek v procesu fermentace siláží. Obdobně v kapitole týkající se fermentace v předžaludku je zdůrazněna komplexnost a kontinuita procesu, popsány jsou poruchy bachorového trávení a praktické důsledky.

V jednotlivých statích a následně v samostatné kapitole jsou uvedeny výsledky vlastních pokusných sledování, které vhodně doplňují poznatky z literatury. Pro specialisty je uveden podrobný seznam zdrojů a literárních pramenů.

Některé kapitoly obsahují poměrně velké množství zkratk, což na první dojem může čtenáři činit určité potíže. Zkratky jsou podrobně vysvětleny v příloze a pozornému čtenáři tak nebude dělat problém srozumitelnost textu.

Podle mého názoru je publikace přínosem pro specialisty na výživu skotu, chovatele a managery stád dojnic, ale také agronomy a další pracovníky zodpovědné za přípravu a skladování konzervovaných objemných krmiv.

Celkově považuji publikaci za dobře zpracovanou. Téma je aktuální. Seznámení s knihou vřele doporučuji.

**V Hradištku 25. 9. 2020**

**doc. Ing. Jiří Motyčka, CSc.**

Svaz chovatelů holštýnského skotu ČR

## 10. 3. ANOTACE

### 10. 3. 1. Česky

Fermentace při silážování píce i fermentace hotové siláže v bachoru přežvýkavců jsou biochemické procesy, ovlivňované velkým množstvím faktorů, které jsou navíc vzájemně provázané. Oba procesy lze ovlivnit přidáním různých aditiv, které podporují vhodnou fermentaci, potlačují rozvoj nepříznivých mikroorganismů nebo upravují prostředí, ve kterém fermentace probíhá. Oba procesy jsou v knize podrobně popsány. Oba procesy jsou podloženy i vlastním výzkumem autorů knihy.

### 10. 3. 2. Anglicky

#### HOW TO ENSURE SUITABLE FERMENTATION IN SILAGES AND RUMEN

Fermentation in forage silage and fermentation of finished silage in the rumen of ruminants are biochemical processes, influenced by a large number of factors, which are also interrelated. Both processes can be influenced by adding various additives that promote suitable fermentation, suppress the development of unfavorable microorganisms or modify the environment in which the fermentation takes place. Both processes are described in detail in the book. Both processes are based on the authors' own research.

**ISBN: 978-80-88351-14-6**

**Další autoři:** doc. Ing. Petr Homolka, CSc., Ph.D., Ing. Filip Jančík, Ph.D., Ing. Veronika Koukolová, Ph.D., Ing. Petra Kubelková, Ph.D., Ing. Yvona Tyrollová a Ing. Alena Výborná

VÚŽV, v. v. i. Praha Uhřetíněves, Oddělení výživy a krmení hospodářských zvířat

Publikace neprošla jazykovou ani redakční úpravou.





**AGRÁRNÍ KOMORA**  
*České republiky*



MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ



ISBN: 978-80-88351-14-6

**VYDALA:**

**Agrární komora České republiky**

Počernická 272/96, 108 00 Praha 10

Tel.: +420 296 411 180

e-mail: sekretariat@akcr.cz

**[www.akcr.cz](http://www.akcr.cz), [www.eagri.cz](http://www.eagri.cz)**