

Katedra genetiky, šlechtění a výživy zvířat
Studijní program: M4101 Zemědělské inženýrství
Studijní obor: Všeobecné zemědělství

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Faktory ovlivňující kvalitu a výživnou hodnotu siláží
z travních porostů

Autor diplomové práce:
Jaroslav Novotný

Vedoucí diplomové práce:
doc. Ing. František Lád, CSc.

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Zemědělská fakulta
Katedra genetiky, šlechtění a výživy
Akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jaroslav NOVOTNÝ**
Studijní program: **M4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Všeobecné zemědělství**

Název tématu: **Faktory ovlivňující kvalitu a výživnou hodnotu siláží z travních porostů**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem je vyhodnotit vybrané kvalitativní ukazatele a ukazatele výživné hodnoty siláží, posoudit faktory, které ovlivňují jakost siláží z travních porostů.
V přehledu literatury shrňte m.j. současně poznatky o konzervaci krmiv silážováním. Ukazatele výživné hodnoty siláží budou hodnoceny dle uzančných metod ÚKZUZ. Kvalitativní ukazatele siláží budou posuzovány dle metodik "Zkoušení jakosti siláží" (ÚKZUZ) a dle metodiky pro zařazení do jakostních tříd podle normy "EKO-LAB Žamberk". Dle možností bude ověřen vliv aditiv na jakost siláží ze zavadlé píče. Diplomová práce bude řešena v rámci výzkumného záměru MSM 6007665806

Rozsah grafických prací: dle úvahy
Rozsah pracovní zprávy: cca 60 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:


- Doležal, P. a kol.: Konzervace, skladování a úpravy objemných krmiv. Brno, AF MZLU, 2006, 247 s.
Sommer, A. a kol.: Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro přežvýkavce. Pohořelice, 1994, 196 s.
Mudřík, Z. a kol.: Krmivářské poradenství, ČZU Praha, 2002, 177 s.
Lád, F.: Vliv vybraných ukazatelů na kvalitu silážovaných krmiv. Vědecká monografie. JU ZF v Českých Budějovicích, 2006, 100 s.
Louda, F., Mrkvička, J., Stádník, L. 2001: Základy chovu skotu bez tržní produkce mléka.
Kohoutek, A., Pozdíšek, J.: Ekologicky šetrné a ekonomicky přijatelné obhospodařování travních porostů. Sborník z mezinárodní vědecké konference. VÚRV, Praha, 2003, 306 s.

Vedoucí diplomové práce: Ing. František Lád, CSc.
Katedra genetiky, šlechtění a výživy


Datum zadání diplomové práce: 10. března 2009

Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2011

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13 ④
370 05 České Budějovice


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.
děkan

L.S.


prof. Ing. Václav Řehout, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 10. března 2009

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci na téma: „Faktory ovlivňující kvalitu a výživnou hodnotu z travních siláží“ vypracoval samostatně s použitím literatury a zdrojů citovaných v práci a uvedených v seznamu literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b, zákon č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne

.....
Jaroslav Novotný

Poděkování:

Děkuji vedoucímu doc. Ing. Františku Ládovi, CSc. za odborné i metodické vedení při zpracování diplomové práce. Diplomová práce byla finančně podporována projektem MSM 6007665806 Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České Republiky.

Abstrakt

V práci jsou vyhodnoceny faktory ovlivňující kvalitu a výživnou hodnotu zavadlých travních siláží. Vzorky travních siláží byly odebrány v provozních podmínkách u prvních sečí. Byly vytvořeny tři skupiny po 12 vzorcích. První skupina byla kontrolní, bez použití konzervačních prostředků. Do druhé skupiny byly zařazeny siláže ošetřené bakteriálními přípravky. Do třetí skupiny byly zařazeny siláže ošetřené bakteriálně enzymatickými aditivy. Byly zjištěny statisticky významné rozdíly v obsahu kyseliny mléčné ($P < 0,05$) a u hodnot stupně proteolýzy ($P < 0,05$) mezi kontrolní skupinou bez použití silážních aditiv a skupinou, kde byla použita bakteriální a bakteriálně enzymatická aditiva.

Klíčová slova: silážování; bakteriální aditiva; bakteriálně-enzymatická aditiva; fermentace; kyselina mléčná; kyselina máselná; stupeň proteolýzy

Abstract

The paper analyzes the factors affecting the quality and nutritive value of wilted grass silage. Grass silage samples were collected in the operating conditions for the first mowing. Three groups were formed after 12 samples. The first group was the control without using preservatives. The second group were included in the silage treated with bacterial agents. The third group included the bacterial-enzyme treated silage additives. There were no statistically significant differences in lactic acid content ($P < 0.05$) and values of the degree of proteolysis ($P < 0.05$) between the control group without the use of silage additives and the group, which was used for bacterial and bacterial-enzyme additives.

Key words: silage; bacterial additives; bacteria-enzyme additives; fermentation; lactic acid; butyric acid; the degree of proteolysis

Obsah:

1. ÚVOD A CÍL	10
2. LITERÁRNÍ REŠERŠE	12
2.1 HISTORIE SILÁŽOVÁNÍ.....	12
2.2 SILÁŽOVÁNÍ.....	12
2.3 SILÁŽOVATELNOST.....	13
2.4 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ KVALITU SILÁŽÍ.....	13
2.4.1 Technologické zpracování.....	13
2.4.2 Fermentace.....	14
2.4.3 Epifytní mikroflóra.....	16
2.4.4 Změny výživné hodnoty píce.....	17
2.5 MIKROORGANISMY V SILÁŽI.....	17
2.5.1 Koliformní bakterie.....	18
2.5.2 Bakterie mléčného kvašení.....	18
2.5.3 Kvasinky.....	20
2.5.4 Klostridie.....	20
2.5.5 Ostatní mikroorganismy.....	21
2.6 ADITIVA.....	21
2.6.1 Význam silážních aditiv a jejich vliv na fermentační proces.....	21
2.6.2 Použití chemických látek.....	22
2.6.7.1 Kyselina mravenčí.....	23
2.6.7.2 Kyselina propionová.....	24
2.6.7.3 Kyselina benzoová.....	24
2.6.7.4 Močovina.....	25
2.6.3 Biologická aditiva.....	25
2.6.3.1 Mikrobiální aditiva.....	25
2.6.3.2 Enzymatická aditiva.....	26
2.6.3.3 Kombinovaná biologická aditiva.....	28
2.6.4 Absorbenty.....	28
2.6.5 Látky se specifickými účinky.....	28
2.6.6 Trendy v používání aditiv.....	29
2.7 HODNOCENÍ SILÁŽÍ.....	29
2.8 VÝŽIVNÁ HODNOTA SILÁŽÍ.....	30

2.8.1 Dusíkaté látky.....	30
2.8.2 Sacharidy.....	31
2.9 ZTRÁTY PŘI SILÁŽOVÁNÍ	31
2.9.1 Ztráty při fermentaci	31
2.9.2 Ztráty infiltrací vzduchem.....	31
2.9.3 Ztráty silážními šťávami	32
3. MATERIÁL A METODIKA	33
4. VÝSLEDKY A DISKUSE	35
4.10 ZAŘAZENÍ SILÁŽÍ PODLE NORMY 2004	38
4.10.1 Statistické údaje zpracovaných vzorků	40
5. ZÁVĚR.....	46
6. POUŽITÁ LITERATURA.....	47
7. PŘÍLOHY	50
7.1 PŘÍLOHA Č. 1	50
7.2 PŘÍLOHA Č. 2.....	56

1. Úvod a cíl

Konzervace silážováním je jedním z nejčastějších způsobů výroby objemných krmiv pro živočišnou výrobu, protože nekonzervovaná krmiva rychle ztrácejí na své nutriční i dietetické hodnotě, jsou tepelně poškozována, často podléhají mikrobiálnímu rozkladu, a mohou také obsahovat zdraví škodlivé mykotoxiny.

Každé znehodnocení krmiv představuje každoročně finanční ztráty, které se v ČR pohybují ve stovkách milionů korun. Výroba objemných krmiv ve změněných ekonomických podmínkách i při snížených početních stavech skotu, zejména v nižších oblastech, proto zůstane nadále důležitým článkem našeho zemědělství.

Konzervovaná objemná krmiva tvoří hlavní podíl sušiny krmné dávky při výživě přežvýkavců (50 – 90 %) a rozhodují nejen o užitkovosti zvířat, ale i o jejich zdravotním stavu, a také o ekonomice chovu. Z těchto hlavních důvodů je nezbytně důležité, aby byly při sklizni, konzervaci a skladování objemných krmiv voleny takové technologické postupy či metody, u kterých dochází k podstatnému snížení konzervačních ztrát živin (které mohou činit až 35 %), zamezení rozvoje nežádoucích mikroorganismů, a tím i zamezení tvorby jedovatých toxinů, které mohou být přeneseny do živočišných produktů (mléko, maso) a následně i do lidského organismu. V současnosti často používané účinné aditivní preparáty napomáhají k rychlé konzervaci objemných krmiv, tím ke snížení ztrát při fermentaci, a zároveň i ke snížení nákladů na výrobu kvalitních krmiv pro živočišnou výrobu.

Z ekonomického hlediska a nutriční hodnoty konzervovaných objemných krmiv je důležitá nejen vysoká produkce nadzemní biomasy, ale i volba vhodné struktury krmných plodin, která by měla vycházet z požadavků na výživu přežvýkavců. Je nezbytně nutné, aby byl v krmivu zajištěn vyvážený energeticko-proteinový vztah pro danou užitkovost. Proto se v současnosti věnuje velká pozornost skladbě druhů a odrůd pěstovaných píce, které poskytují vysokou produkci nadzemní biomasy, s nízkými náklady na pěstební technologie a sklizeň, a zároveň volbě vhodného aditivního preparátu při jejich konzervaci.

Je ale také třeba počítat s tím, že výroba, sklizeň, konzervace, úpravy a racionální zhodnocení krmiv jsou jednotlivými částmi cyklu, přičemž je nutné brát každou část s plnou vážností, neboť opomenutím může dojít ke značným ztrátám.

Cílem této práce je posoudit a vyhodnotit vybrané kvalitativní ukazatele a ukazatele výživné hodnoty siláží a dále pak posoudit faktory, které ovlivňují jakost travních siláží.

2. Literární rešerše

2.1 Historie silážování

Příprava siláží je známa více než 3000 let. Již staří Egypťané a Řekové znali způsob skladování obilnin a krmiv z celých rostlin v silech. Avšak rozvoj metody konzervace silážováním nastal až v 19. století, přičemž největší rozmach byl zaznamenán v druhé polovině 20. století. Ve třicátých letech 20. století (1933) byla propracována metoda pro okyselení silážované hmoty pomocí směsi vodného roztoku a anorganických kyselin.

V současné době je metoda konzervace krmiv silážováním hlavní a nejdůležitější formou konzervace, neboť se takto připravuje 75 % objemných krmiv (Woolford, 1984, McDonald et al., 1991).

2.2 Silážování

Doležal et al. (2006) uvádí, že silážování je technologie konzervace krmiv založená na rychlém okyselení naskladněné, udusané a dobře pořezané hmoty pomocí bakterií mléčného kvašení za nepřístupu vzduchu, tedy za přísně anaerobních podmínek.

Pro úspěšné silážování je třeba splnit tři základní podmínky:

- a) Musí být přítomen dostatek zkvasitelných cukrů, aby konečné pH výrobku dosáhlo hodnoty 4,0 – 4,2.
- b) Přítomnost bakterií mléčného kvašení (laktokoky, streptokoky, leukonostokoky, pediokoky a laktobacily, zejména pak *Laktobacillus plantarum*). Za anaerobních podmínek pomocí homo a heterofermentativního mléčného kvašení vytvoří tyto mikroorganismy kyselinu mléčnou, která prostoupí rostlinnou hmotou a konzervuje jí.
- c) Zajištění anaerobních podmínek. Ty jsou zajištěny kvalitním nařezáním rostlinné hmoty na kusy menší než 10 cm, kvalitním udusáním ideálně na hodnotu $600 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ a neprodyšným uzavřením skladované hmoty (Barančic et al., 1989).

2.3 Silážovatelnost

Silážovatelnost rostlinného materiálu lze chápat jako schopnost rostlinné biomasy fermentovat (biologicky se měnit bez přístupu kyslíku) tak, aby byla dlouhodobě skladovatelná s co nejmenšími ztrátami sušiny a změnami živin (Loučka et al., 2002)

2.4 Faktory ovlivňující kvalitu siláží

2.4.1 Technologické zpracování

Podle Konopáska (1991) je základním předpokladem optimálního technologického procesu volba vhodného druhu pícniny s optimální odrůdovou skladbou a to jak z hlediska výnosu hmoty, tak i obsahu snadno rozpustných sacharidů. Dalším důležitým předpokladem, jak uvádí Konopásek (1991) je stanovení vhodné doby sklizně. Sklizená hmota by měla mít sušinu minimálně 30 %. V současnosti se při sklizni často používají mačkače, které zajišťují rychlejší odpar vody, přičemž zvyšují sušinu na požadovanou hodnotu, a tím je možno omezit ztráty živin pokosené píce, které dýcháním představují 1 % denně.

Při naskladňování je nezbytně důležité mít důkladně vyčištěný žlab, aby byl zajištěn správný průběh kvašení. Podle Doležala et al. (2006) by se měla pozornost věnovat i bezprostřednímu okolí žlabu, z důvodu vyloučení zanesení nečistot při plnění žlabu rostlinnou hmotou.

Plnění žlabu by se mělo provádět tak, aby minimální denní vrstva udusané hmoty byla 50 centimetrů a zároveň byla omezena plocha k aeraci. Celková doba plnění žlabu by měla být co nejkratší, z důvodu omezení ztrát (3 – 5 dní). Při aerobní fázi jsou prodýchávány lehce rozpustné sacharidy, které jsou později nedostupné bakteriím mléčného kvašení (Doležal et al., 2006).

Délka řezanky podmiňuje další technologický krok, kterým je dusání. To významně rozhoduje o kvalitě fermentačního procesu, úrovni ztrát, prevenci tepelného poškození a hygienické jakosti siláží. Při tradičním silážování v silážních žlabech se doporučuje, aby měřítkem intenzity dusání byla měrná hmotnost sušiny, která by měla být větší než 180 – 200 kg na 1 metr krychlový. Z technologického pohledu se doporučuje minimálně 5 přejezdů těžkým dusacím strojem (v přepočtu 4 – 6 min/t hmoty). Dusání silážovaných pícnin se doporučuje většinou kolovými traktory o hmotnosti 15 tun (síla je 7 – 10 kN/m² plochy).

Dalším důležitým krokem je kvalitní zakrytí silážního žlabu. Dokonalé a včasné zakrytí silážního prostoru významnou měrou ovlivňuje výslednou kvalitu siláží. Každý průnik vzduchu znamená vždy znehodnocení siláže. Správný postup zakrývání silážních žlabů by měl probíhat takto:

1. Před zahájením plnění žlabu se přeloží přes stěnu žlabu tenká mikrotenová folie o tloušťce 0,04 mm volným koncem vně žlab.
2. Po ukončení dusání, čili před zakrytím se doporučuje povrchové ošetření stěn a horní vrstvy siláže.
3. Překrytí naskladněné hmoty mikrotenovou folií, na kterou se použije další vrstva folie, která chrání a překrývá okraj žlabu.
4. Na tuto vrstvu mikrotenové folie se pokládá hlavní kvalitní silážní plachta, která musí být UV stabilní, minimálně dvouvrstvá, bílé nebo černobílé barvy, přičemž bílá barva je vždy vně na povrchu. Fólie by měla mít tloušťku 0,15 – 0,18 mm a měla by dokonale izolovat silážovanou hmotu od vnějšího prostředí.
5. Silážní plachtu je nezbytně nutné dobře vypnout a pravidelně kontrolovat její stav.
6. Po vypnutí je důležité plachtu vhodným způsobem zatížit (ojeté pneumatiky, panely, sáčky naplněné štěrkem).

Způsob zakrytí siláže také ovlivní (sníží) výslední efekt silážních aditiv. Veškerý zbytkový vzduch, který v silážované hmotě vlivem špatné technologie zůstává (velká délka řezanky, nedostatečná intenzita dusání, dlouhé plnění) nebo se tam druhotně dostává (špatné zakrytí), umožní pokračování rozvoje nežádoucí mikrobiální aktivity (kvasinky, plísně, bakterie) a tím dodatečné prodýchání zbytkových sacharidů, rozklad dalších organických živin i vzniklých kvasných kyselin za vzniku tepla a vody (Doležal et al., 2006).

2.4.2 Fermentace

Vlastní fermentační proces, jak uvádí Muck (1993), probíhá s rozdílnou mikrobiální intenzitou v závislosti na obsahu a složení sušiny, podílu vodorozpustných sacharidů, délce řezanky, intenzitě dusání, okolní teplotě a také přídavku silážního aditiva.

Fermentační proces je rozdělen do čtyř fází, které na sebe navzájem navazují:

1. Aerobní fáze
2. Hlavní fermentační fáze
3. Stabilizační fáze
4. Fáze zkrmování

Ad 1. Aerobní fáze: nástup respirace po naskladnění pícnin je provázen hydrolytickým rozkladem vodorozpustných sacharidů a proteolýzou, za současné spotřeby O_2 a vzniku CO_2 , H_2O a tepla. Při mikrobiálním zahřátí na teplotu vyšší jak $30\text{ }^\circ\text{C}$, již dochází k nutričním ztrátám (při teplotě vyšší jak $40\text{ }^\circ\text{C}$ dochází k ireverzibilním změnám bílkovin a velkým ztrátám energie). Rozklad vodorozpustných sacharidů probíhá v závislosti na koncentraci kyslíku, složení a enzymatické aktivitě epifytní mikroflóry (ta obsahuje jak aerobní tak fakultativně anaerobní mikroorganismy, které se podílejí na oxidačních procesech), době trvání respirační fáze a okolní teplotě. Doba trvání aerobní fáze je různě dlouhá, ale je žádoucí, aby trvala co nejkratší dobu (několik hodin), neboť jinak dochází k vysokým ztrátám energie a stravitelnosti organických živin. Tato fáze má klíčovou úlohu pro další průběh fermentace, hygienickou jakost a aerobní stabilitu siláží (Doležal et al., 2006).

Ad 2. Hlavní fermentační fáze: Cílem této fáze, jak dále tvrdí Doležal et al. (2006), je vytvoření stabilního kyselého prostředí s dostatečně nízkou hodnotou pH a vysokou koncentrací kyseliny mléčné, která zajistí dostatečnou inhibici růstu nežádoucí mikroflóry. Pro tuto fázi je typické silné pomnožení populace bakterií mléčného kvašení, intenzivní tvorba kyseliny mléčné a pokles pH pod hranici 5,0. Hlavní fermentační fáze trvá zpravidla jen několik dnů (10 – 30). Po skončení hlavní fermentační fáze se hodnota pH pohybuje okolo 4,0 – 4,2.

Ad 3. Stabilizační fáze: Dostatečná acidifikace vede k poklesu a utlumení aktivity silážní mikroflóry včetně bakterií mléčného kvašení. Pokles hodnoty pH je již výrazně pomalejší. Dochází k přebudování obsahu a poměru jednotlivých kvasných kyselin (mění se poměr kyseliny mléčné ke kyselině octové).

Ad 4. Fáze zkrmování: Cílem této fáze je zabezpečit mimo jiné aerobní stabilitu siláží při otevření a zkrmování. Během této fáze může docházet k největším ztrátám sušiny, organických živin a energie, má-li vzduch masivní přístup k siláži. Oxidací

rozpuštěných látek vzniká CO₂, H₂O a teplo. Množení aerobních mikroorganismů, tvorba toxinů, degradace a snížení stravitelnosti organických živin jsou procesy neslučitelné s kvalitou siláže a hygienickou jakostí (Doležal et al., 2006).

Pokud proběhne celý proces fermentace optimálním způsobem, jak tvrdí Wilkinson (2005), uskuteční se pouze tzv. primární kvašení (pH klesne na hodnotu 4,0 – 4,2, vytvoří se cca 1,7 % kyseliny mléčné, 0,7 % kyseliny octové a kyseliny máselné je přítomno do 0,3 %).

Takto vyrobená siláž je při správném skladování dlouhodobě stabilní a bez větších chemických změn vydrží nejméně 4 měsíce. Pokud z různých příčin neproběhne důkladně primární kvašení (nedostatečná mikroflóra, obsah pufrujících látek, nedostatek zkvasitelných cukrů), zpravidla následuje tzv. sekundární kvašení, kterého se účastní hlavně klostridie a někdy také koliformní bakterie (Thomas et al., 1985).

2.4.3 Epifytní mikroflóra

Stav epifytní mikroflóry na rostlinách i vývoj mikroflóry v silážích jsou v přímém vztahu k počasí, stanovišti kde rostlina roste a způsobu agrotechniky. Stále častěji se setkáváme s tím, že je epifytní mikroflóra na rostlinách potlačena (na rostlinách nacházíme vhodné epifytní mikroorganismy v mnohem nižším počtu než dříve). To je také jeden z hlavních důvodů zvýšeného používání biologických aditiv. Ty mají nahradit chybějící mikroorganismy a rychleji nastartovat fermentační proces žádoucím směrem.

Nejčastější důvody sníženého obsahu epifytní mikroflóry na rostlinách:

- 1) Píce je sklizena z pozemku ležícího v mrazové kotlině.
- 2) Píce je zaplísňená či jinak smyslově změněna.
- 3) Porost je přehnojený.
- 4) Porost byl ošetřen chemickými přípravky a následně sklizen (ochranná lhůta 14 dní neuplynula).
- 5) Porost byl sklizen brzy po dešti (mikroorganismy jsou ve velké míře smyty).
- 6) Porost je při déletrvajícím suchu ošetřen nevhodnou mechanizací (Loučka et al., 2002, Pozdíšek et al., 2008).

2.4.4 Změny výživné hodnoty pícnin

Utváření rostliny ovlivňuje jak její fyziologické funkce, tak i nutriční hodnotu. Taktéž vegetační fáze má podle Pozdíška et al. (2008) velký vliv na kvalitu travních siláží, jelikož se v průběhu vegetace mění výživná hodnota rostliny (stravitelnost jednotlivých částí rostlin má těsný vztah k jejich úloze během růstu a vývinu). Zvyšuje se množství ligninu a tím se snižuje stravitelnost.

Právě z těchto důvodů se určuje termín, ve kterém má rostlina optimální skladbu živin a uspokojivý hektarový výnos. U trvalých travních porostů je ideální sklizeň v době metání (Barančic et al., 1989).

2.5 Mikroorganismy v siláži

Mikroorganismy hrají v konzervačním procesu silážování klíčovou roli. Mikroflóra siláže se tradičně dělí do tří skupin: žádoucí (prospěšná), nežádoucí a škodlivá mikroflóra. První skupinu zahrnují bakterie mléčného kvašení. Do druhé skupiny pak patří bakterie účastníci se kažení siláže za anaerobních podmínek (klostridie a enterobakterie, hnilobné bakterie). Třetí skupinou jsou plísňe, kvasinky a listerie (Driehuis a Elferink, 2000).

Nežádoucí mikroorganismy mohou buď snižovat kvalitu (obsah živin, chutnost) siláže, často však představují zdravotní riziko pro zvířata. Mají negativní vliv na kvalitu mléka a mléčných produktů (Wilkinson, 1999).

Hlavní skupiny mikroorganismů účastnících se fermentačních pochodů v siláži jsou znázorněny v tabulce číslo 1.

Tabulka č. 1 Mikroorganismy účastnící se fermentačního procesu podle McDonald et al. (1991)

Druh	Zdroj	Substrát	Metabolity
Enterobakterie (koliiformní bakterie)	Splašky, chlévská mrva, půda	Vodorozpustné sacharidy	Kyselina octová, ethanol, amoniak, CO ₂
Kvasinky	Povrch rostlin	Vodorozpustné sacharidy	Ethanol, CO ₂
Homofermentativní bakterie mléčného kvašení	Povrch rostlin	Vodorozpustné sacharidy	Kyselina mléčná

Heterofermentativní bakterie mléčného kvašení	Povrch rostlin	Vodorozpustné sacharidy	Kyselina mléčná, kyselina octová, ethanol, amoniak, CO ₂
Klostridie	Půda	Kyselina mléčná, bílkoviny, aminokyseliny	Kyselina máselná, aceton, H ₂ , butandiol, aminy, amoniak, kyselina octová

2.5.1 Koliformní bakterie

Neboli enterobakterie jsou zastoupeny *Escherichia coli* a příbuznými rody, jako je například rod *Enterobacter*, *Erwinia*, *Rahnella*, *Hafnia*, a *Serratia*. Heron et. al. (1993) dále uvádí, že koliformní bakterie se nemnoží při pH < 5, a proto je důležité rychlé okyselení při silážování.

Hlavní metabolickou činností v siláži je konzervace glukosy na acetát a ethanol podle rovnice: (McDonald et al., 1991)



Jak vyplývá z rovnice v důsledku této fermentace, dochází ke ztrátám uhlíku ve formě plynu, a protože z jednoho molu glukosy vzniká pouze jeden mol acetátu, je proces okyselování nedostatečný. K dalším metabolickým aktivitám koliformních bakterií patří podle Driehuse a Elferinka (2000) produkce biogenních aminů a redukce dusičnanů přes dusitany až na oxidy dusíku.

2.5.2 Bakterie mléčného kvašení

Uplatňují se při silážování, patří mezi epifytní mikroflóru, což znamená, že se vyskytují na povrchu zelených rostlin. Mc Donald et al. (1991) uvádí, že v siláži tyto bakterie dominují vzhledem ke konkurenčním výhodám (tolerance na osmotický tlak a kyslík, acidotolerance, schopnost využívat pouze určité substráty). Při silážování se uplatňují tři skupiny bakterií mléčného kvašení:

1. obligátně homofermentativní bakterie mléčného kvašení
2. fakultativně heterofermentativní bakterie mléčného kvašení
3. obligátně heterofermentativní bakterie mléčného kvašení

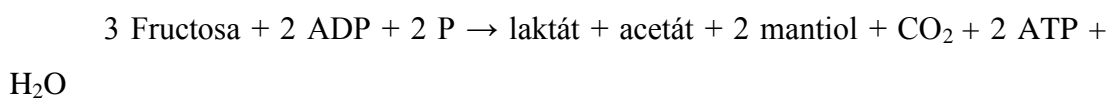
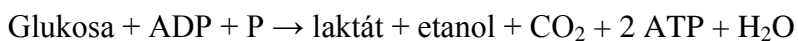
Mezi obligátně homofermentativní bakterie mléčného kvašení patří například *Lactobacillus acidophilus*, *Pediococcus damnosus* a *Lactobacillus Laris*. Tyto bakterie jsou žádoucí mikroflórou siláže, a tudíž jsou často součástí silážních inokulantů. Jeden mol glukosy nebo fruktosy fermentují vždy na dva moly kyseliny mléčné podle rovnice:



Jak vyplývá z rovnice, nedochází ke ztrátám uhlíku, samozřejmě pokud nepočítáme možný únik silážních šťáv. Určitou nevýhodou obligátně homofermentativních bakterií mléčného kvašení je, že většinou nejsou schopny využívat pentósy, např. xylósu (Kandler a Weiss, 1986).

Fakultativně heterofermentativní bakterie mléčného kvašení, jako *Lactobacillus plantarum* a *Lactobacillus casei* patří mezi nejvíce žádoucí a nejdůležitější bakterie siláže, proto se rovněž používají jako silážní inokulanty. Poněkud menší význam, například vzhledem k menší acidorezistenci, mají další fakultativně heterofermentativní bakterie mléčného kvašení, jako je *Pediococcus acidilactis* a *Pediococcus pentosaceus*. Fakultativně heterofermentativní bakterie mléčného kvašení fermentují hexosy (glukosa, fruktosa) stejně jako homofermentativní mléčné bakterie, ale pentosy (xylosa, arabinosa) na laktát, acetát a někdy i etanol (Kandler a Weiss, 1986).

Poslední skupinou mléčných bakterií jsou obligátně heterofermentativní bakterie mléčného kvašení, jako je *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus buchneria* a *Leuconostoc mesenteroides*. Tyto bakterie tvoří kromě kyseliny mléčné i další metabolity podle rovnic: (Wilkinson, 2005)

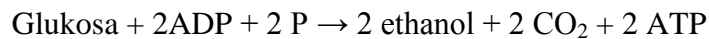


Heterofermentativní mléčné bakterie jsou v siláži méně žádoucí, vzhledem k menší produkci kyselin. Kung et al. (2007) zdůrazňuje pozitivní vliv kyseliny octové na aerobní stabilitu siláže, a proto je např. *Lactobacillus buchneria* také používán jako silážní inokulant.

2.5.3 Kvasinky

Kvasinky jsou eukaryotní, fakultativně anaerobní mikroorganismy. V siláži se vyskytují především rody *Candida*, *Hansenula*, *Saccharomyces* a *Torulopsis* (Jonsson a Pahlow, 1984; Middelhoven a Baalen, 1988).

Za anaerobních podmínek provádějí alkoholové kvašení podle rovnice (Wilkinson, 2005).



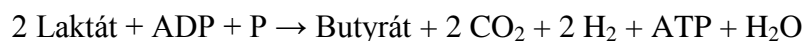
Alkoholové kvašení není pro silážování vhodné, protože nevzniká žádná kyselina a navíc dochází ke ztrátám uhlíku. Některé acidotolerantní kvasinky, jako jsou *Candidy*, mohou sekundárně fermentovat i kyselinu mléčnou. Driehuis a Elferink (2000) zjistili, že po otevření sila kvasinky oxidují kyselinu mléčnou na vodu a oxid uhličitý, a tak v důsledku stoupajícího pH připravují půdu pro kažení siláže dalšími mikroorganismy.

2.5.4 Klostridie

Klostridie jsou sice v siláži považovány za nežádoucí, ale jsou prakticky vždy přítomné. Účastní se v různé míře anaerobních pochodů, a proto je nutno je považovat za přirozenou mikroflóru. Klostridie jsou téměř universálními obyvateli různých anaerobních prostředí, jako je například dno stojatých vod, kvašení odpadků na skládkách, zamokřené půdy, trávicí trakt zvířat a člověka, chlévská mrva a také v různé míře siláž. Příčinou velkého rozšíření je široká škála metabolických aktivit klostridií (amylolytická, celulólytická, proteolytická, lipolytická a další) a také fakt, že rod *Clostridium* je rozmanitý, zahrnující mnoho desítek druhů (Cato et al., 1986).

V siláži jsou podle Driehuse a Elferinka (2000) hlavními druhy *Clostridium tyrobutyricum*, *Clostridium butyricum*, *Clostridium sporogenes* a *Clostridium bifermentans*.

V siláži se klostridie uplatňují zejména při sekundárním kvašení, když nedojde k rychlé tvorbě kyselin (pH > 4,6), kde jako substrát používají kyselinu mléčnou podle následující rovnice: (Wilkinson, 2005)



Podle Cata et al. (1986) je tato činnost z hlediska kvality siláže vesměs negativní, protože dochází ke ztrátě uhlíku a ze dvou molekul poměrně silné kyseliny mléčné vzniká jedna molekula slabší kyseliny máselné. Kromě této činnosti jsou klostridie schopné rozkládat také jednoduché sacharidy a polysacharidy. Metabolity jsou nejčastěji kyselina máselná, kyselina octová CO_2 a H_2 .

2.5.5 Ostatní mikroorganismy

Ostatní mikroorganismy, které se v různé míře vyskytují v siláži, jsou octové bakterie, plísně, bacily a listerie. Všechny tyto mikroorganismy vesměs do anaerobních pochodů v siláži nezasahují. Jsou to typičtí aerobové a v siláži se pomnožují v případě, že není dostatečně utěsněna, nebo po jejím otevření. Podle Driehuse a Elferinka (2000) je růst většinou omezen na povrchu vrstvou 10 – 20 cm, přičemž často může dojít k tvorbě toxických látek.

2.6 Aditiva

2.6.1 Význam silážních aditiv a jejich vliv na fermentační proces

Používání účinných silážních přípravků je podle Doležala et al. (2006) nezbytnou technologickou součástí a pojistkou pro zlepšení fermentačního procesu. Mají garantovat lepší kvalitu siláží, s menším stupněm rozkladu bílkovin, příznivějším obsahem a poměrem kvasných kyselin. Dále mají snížit ztráty energie vlivem rychlejší acidifikace silážované hmoty a posílit aerobní stabilitu. V případě použití chemických prostředků se očekává větší uchování zbytkových pohotových sacharidů v silážích a také zlepšení hygienického stavu krmiva. Zároveň je důležité zdůraznit, že žádný, ani ten nejlepší konzervační přípravek není, a nemůže být náhradou za technologické nedostatky, za nízkou kvalitu silážované píce a nemůže eliminovat následky nedostatečného dusání či špatného zakrytí! Čermák a Šoch (1997) upozorňují, že biologická aditiva, stejně jako chemické konzervační prostředky, je třeba aplikovat rovnoměrně a v plné dávce doporučené technologickým návodem.

Strategii a volbu daného silážního prostředku je nutné podřídit povaze a složení silážované hmoty, obsahu sušiny a koncentraci živin v sušině. Je vhodné dále upozornit, že neexistuje žádný výhradní universální prostředek na všechna krmiva, od bílkovinných pícnin počínaje až po šrotované vlhké zrniny konče. Řada prací také

potvrdila skutečnost, že je velmi obtížné současně řešit kvalitu primární fermentace a zároveň řešit problém posílení aerobní stability, neboť fermentační proces je pouze jedním z mnoha faktorů, které aerobní stabilitu ovlivňují (Doležal et al., 2006).

Vlastní konzervační efekt spočívá v rychlé fermentaci rostlinných sacharidů v anaerobním prostředí za současného snížení hodnoty pH. Pro konzervační efekt a výslednou kvalitu fermentačního procesu je důležité, aby bakterie mléčného kvašení, které se vyskytují na rostlinném materiálu jen v omezeném rozsahu, se rychle pomnožily a jejich aktivitou se potlačil výskyt škodlivých mikroorganismů. Je zřejmé, že rozvoj bakterií mléčného kvašení je ovlivňován vedle druhu píce a složení epifytní mikroflóry, také odlišnými silážními podmínkami, jako je stupeň zavadnutí, teplota, rychlost anaerobiózy, ale i silážním aditivem (Doležal et al., 2006).

Zvláště v posledních třiceti letech došlo k dynamickému vývoji nových silážních aditiv používaných k regulaci fermentačního procesu. V nedávné době byly utříděny a rozděleny do 3 skupin podle jejich vlivu na kvalitě siláže:

- inhibiční silážní aditiva (chemické konzervační prostředky)
- stimulační silážní aditiva (inokulanty, mikrobiálně enzymatická aditiva)
- silážní aditiva s nutričním (močovina, amoniak, nutriční přísady).

Z uvedeného roztrídění je zřejmé, že jednotlivá aditiva se liší nejen chemickým složením, účinnou látkou, mechanismem účinku, ale také rychlostí snižování hodnoty pH a tvorbou fermentačních kyselin, popř. inhibicí nežádoucí mikroflóry. V dnešní době je již potvrzeno, že o kvalitě a následné způsobilosti siláží rozhodují již první dny či hodiny fermentace silážovaného krmiva (Doležal et al., 2006).

2.6.2 Použití chemických látek

Chemické látky jako konzervační prostředky jsou používány v současné době při konzervaci krmiv v následujících systémech:

- při tradičním silážování krmných pícnin
- při silážování fyzikálně upravených zrnin s vyšším obsahem vlhkosti
- při chemické ochraně vlhkého sena

Z uvedeného vyplývá, že chemické konzervační látky jsou vhodné zejména za podmínek, kdy jinak dochází ke zhoršení kvality fermentace siláží, pokud:

- konzervované píce mají nízký obsah sušiny a vysoký obsah dusíkatých látek
- je nedostatečně zavadlé krmivo s obsahem sušiny 26 – 28 %
- je sklizeň pícnin ve vyšším vegetačním stádiu (sklizeň)
- krmiva mají větší sklon k aerobnímu kažení (jaro, léto)
- pícniny mají hrubší strukturu a existuje zde obtížnější dusání

Chemické prostředky lze využívat při konzervaci krmiv v dostatečně širokém technologickém spektru. Chemické konzervační prostředky jsou aplikovány nezředitelné, zpravidla v tekuté formě, nebo i ve formě sypké (močovina, louh sodný), popřípadě ve formě plynu (amoniak). Při správném použití chemických látek aplikovaných při silážování je možné počítat celkem s několika technologicko – nutričními efekty, které spočívají zejména ve snížení ztrát sušiny a zlepšení kvality fermentačního procesu, posílení aerobní stability, omezení ztrát účinkem nežádoucí mikroflóry a kumulace jejich produktů, zlepšení příjmu krmiva zvířaty, lepšímu produkčnímu efektu a lepší stravitelnosti živin (Doležal et al., 2006).

Mezi chemické konzervační látky (inhibitory fermentace, proti plísňové preparáty), které je možné v současné době používat pro konzervaci krmiv, patří:

- 1) organické kyseliny, resp. jejich směsi s rozdílným obsahem a poměrem jednotlivých organických kyselin, popř. solí
- 2) směsné konzervační prostředky obsahující i soli aromatických kyselin (benzoan sodný, sorban sodný)
- 3) louh sodný pro konzervaci vlhkého obilí
- 4) biochemické preparáty (dvousložkové prostředky obsahující složku mikrobiální a chemickou – antifungální)
- 5) amoniak
- 6) močovina

2.6.7.1 Kyselina mravenčí

Kyselina mravenčí je nejpoužívanější organickou kyselinou, používanou pro konzervační účely. Je přírodní látkou, která vedle kyseliny octové také vzniká jako fermentační produkt v první fázi kvasného procesu jednak bakteriemi mléčného kvašení, enterobakteriemi, ale také z kyseliny citronové, zejména při pomalé acidifikaci hmoty. V hotových silážích se vyskytuje pouze v desetinách nebo setinách procent. Důležitým předpokladem je také pozdější zkrmování vyzrálých

siláží, tedy minimálně po 7 resp. 8 týdnech od ošetření. Při správném dávkování kyseliny mravenčí dochází k účinné inhibici nežádoucí mikroflóry, zatímco bakterie mléčného kvašení nejsou redukovány. Redukuje růst zejména sporulujících G negativních bakterií. Heterofermentativní bakterie inhybuje silněji než homofermentativní bakterie mléčného kvašení, které jsou vůči kyselině mravenčí více rezistentní. Cennou předností je vyšší konzervační jistota než u biologických aditiv. Její konzervační efekt spočívá částečně na přímém okyselení silážované píce a dále na bakteriostatických účincích nedisociovaných molekul. Má příznivý vliv na tvorbu a poměr kyseliny mléčné k ostatním kvasným kyselinám, redukuje proteolýzu a výrazně redukuje tvorbu amoniaku. Konzervační efekt kyseliny mravenčí se zvyšuje s rostoucím obsahem sušiny a má výrazný inhibiční účinek na dýchání rostlin, což se projevuje ve snížení teplot siláží při skladování až o 5 °C. Je možné konstatovat, že samotná kyselina mravenčí se dnes pro konzervační účely již nepoužívá, ale většinou jen ve směsi hlavně s kyselinou propionovou, aby se rozšířila antimikrobiální účinnost (Doležal et al., 2006).

2.6.7.2 Kyselina propionová

Kyselina propionová je konzervačně (v anaerobním prostředí) méně výrazná než kyselina mravenčí. Je látkou se silnými antifungálními účinky, potlačuje proto aktivitu kvasinek a plísní, což se pozitivně projevuje na zvýšení stability siláží. Většinou se používá ve směsi s kyselinou mravenčí s různým procentickým zastoupením, čímž rozšiřuje antimikrobiální spektrum preparátu při současně nižší použité koncentraci. Vedle čisté kyseliny propionové je možné také použít její soli (propionát vápenatý, popř. amonný), které však mají o něco nižší konzervační efekt (Doležal et al., 2006).

2.6.7.3 Kyselina benzoová

Kyselina benzoová je poměrně slabou organickou kyselinou, a je proto účinnější v prostředí méně kyselém, než kyselina mravenčí. Hraniční je hodnota pH 4,5. Stejně jako u ostatních karboxylových kyselin je účinná pouze její nedisociovaná forma. Přídavek kyseliny benzoové do lehce silážovatelných plodin vede k výraznému snížení ztráty sušiny a zachování až do 70 % obsahu sacharidů. V kyselejším prostředí (při pH 3,5 až 4) účinně inhibuje také plísně. K potlačení kvasinek je zapotřebí koncentrace 0,10 % až 0,16 % (Doležal et al., 2006).

2.6.7.4 Močovina

Močovina je nebílkovinnou dusíkatou sloučeninou, kterou lze použít také jako konzervační prostředek při konzervování sacharidových krmiv chudých na dusíkaté látky. Močovina sama o sobě reaguje chemicky neutrálně a konzervační účinky mají až produkty – CO₂ a NH₃, vzniklé její enzymatickou hydrolyzou. Stupeň hydrolyzy závisí na vlhkosti silážované hmoty, obsahu sacharidů a na aplikační dávce. Při hydrolyze se uvolňuje amoniak, který se váže se vznikajícími kvasnými kyselinami za vzniku amonných solí těchto kyselin. Ty jsou nejen vhodným zdrojem pro bakterie mléčného kvašení, ale současně působí antifungálně na nežádoucí skupiny mikroorganismů (Doležal et al., 2006).

2.6.3 Biologická aditiva

2.6.3.1 Mikrobiální aditiva

Mikrobiálním aditivům se též říká aditiva bakteriální či probiotická, nebo také inokulanty. Jde o synonyma jednoho názvu.

Snad ve všech mikrobiálních aditivech bývají zastoupeny fakultativně anaerobní bakterie rodu *Lactobacillus*. Jsou to grampozitivní nesporující tyčinky, které přeměňují jednoduché cukry především na kyselinu mléčnou, oxid uhličitý a vodu. Vznikají ale i jiné látky, například peroxid vodíku, který je baktericidní. Kyselina mléčná je poměrně silnou karboxylovou kyselinou, která dokáže snížit hodnotu pH silážované hmoty, čímž potlačí jednak rozvoj nežádoucích skupin bakterií (především máselných a hnilobných), jednak sníží aktivitu rostlinných proteolytických enzymů (Loučka et al., 1991).

V silážních přípravcích se lze nejčastěji setkat s bakteriemi mléčného kvašení rodu *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, které usměřují fermentaci více ke vzniku kyseliny L-mléčné (levotočivé), než s bakteriemi *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus delbrueckii* a *Lactobacillus pentosus*, které více působí na produkci kyseliny D-mléčné (pravotočivé). Žádoucí je, aby se v průběhu fermentace vytvořilo více kyseliny L-mléčné než D-mléčné, protože L-formu přežvýkavci metabolizují zřejmě lépe než D-formu (Loučka et al., 1991).

Do aditiv se také přidávají grampozitivní bakterie, například *Streptococcus faecium*, *Streptococcus lactis*, *Streptococcus cremoris*, *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis* a *Pediococcus acidilactici*, tedy fakultativně anaerobní koky a

tyčinky. Některé tyto bakterie, například enterokoky, jsou charakteristické krátkým generačním intervalem (16 – 18 minut). V průběhu počáteční fáze fermentace pak účinně konkurují méně příznivě působícím bakteriím (např. koliformním) a jiným mikroorganismům, především kvasinkám a plísním. Bakterie s krátkým generačním intervalem dodané v aditivech tedy pomáhají rychle vytvořit prostředí vhodné pro růst bakterií rodu *Lactobacillus*, jejichž generační interval bývá většinou delší než 60 minut. Laktobacily se tedy rozmnožují 2 – 4 krát pomaleji než bakterie rodu *Streptococcus* nebo *Enterococcus* (Loučka et al., 1991).

Do bakteriálních aditiv někdy bývají zařazovány různé kmeny jednoho druhu bakterií. Rozdílné kmeny bakterií totiž mohou odlišným způsobem využívat různé typy jednoduchých cukrů. Většina bakterií mléčného kvašení je schopna přeměnit cukry rozpustné ve vodě z více než 85 % na kyselinu mléčnou, říká se jim homofermentativní. Mezi nejčastěji používané homofermentativní bakterie mléčného kvašení patří *L. plantarum*, *E. faecium*, *L. acidophilus*, *P. acidilactici* a *P. pentosaceus*. Tyto bakterie sice příznivě působí na fermentaci, negativně však ovlivňují aerobní stabilitu siláží. Bakterie, které přeměňují cukry vodorozpustné ve vodě na kyselinu mléčnou v množství nižším než je 85 %, se nazývají heterofermentativní. Tyto heterofermentativní bakterie vytvářejí mnohem více jiných látek (metabolitů) než bakterie homofermentativní (Loučka et al., 1991).

Pro posouzení bakteriální složky podle Loučky et al., (1991) nestačí jen vědět, který druh či kmen je v aditivu zastoupen ale i v jakém množství. Počet mikroorganismů je udáván v jednotkách CPU (colony forming unit, čili ukazatel počtu životaschopných bakterií) vztažených na gram substrátu (CFU/g).

6.3.2.2 Enzymatická aditiva

Enzymy jsou bílkoviny s různými katalytickými účinky, tzn., že urychlují průběh reakcí. Každý enzym má svoji specifickou k substrátu, ke struktuře a k účinku (je účinný jen u jedné látky, reaguje jen s jedním optickým antipólem a má např. jen hydrolytický, ne současně oxidoreduktační účinek).

Významnými vlastnostmi enzymů jsou jejich stabilita a aktivita. Stabilitou enzymů se rozumí jejich schopnost zachování katalytické aktivity. Katalytická aktivita je charakterizována rychlostí přeměny substrátu na reakční produkt. Vyjadřuje se v kataltech nebo v mezinárodní jednotce U. Jednotkou SI je katal (kat),

je to množství enzymu, které za standardních podmínek přemění 1 mol substrátu za vteřinu. Jednotka U představuje množství enzymu katalyzujícího přeměnu jednoho mikromolu substrátu za minutu (Loučka et al., 1991).

Enzymy se získávají izolací z mikroorganismů. Významnými producenty enzymů jsou např. plísně rodu *Aspergillus*, *Trichoderma* nebo bakterie rodu *Bacillus* (Loučka et al., 1991).

Enzymy hydrolytické jsou nejužívanějšími enzymy. Tvoří je různé celulázy, hemicelulázy, xylanázy, glukosidázy. Enzymům této řady se také říká *fibriotické enzymy*. Tyto enzymy štěpí celulózu a hemicelulózu přes různé meziprodukty až na monosacharidy, které jsou snadno využitelné bakteriemi mléčného kvašení. V souvislosti s jejich používáním je nutné poznamenat, že v silážních aditivech nejsou určeny ke štěpení ligninu, který je velmi rezistentní k biologickému rozkladu. Jakmile se tedy píce sklízí v pozdější vegetační fázi, jejich účinnost se podstatně snižuje (Loučka et al., 1991).

Amylolytické enzymy štěpí škrob na směs dextrinů, maltózy a glukózy. Nejpoužívanějším amylolytickým enzymem je **α -amyláza**. Používá se v aditivech určených k silážování kukuřice v pokročilejším stádiu zralosti (při sušině 33 % a více) a při silážování produktů dělené sklizně kukuřice (CCM a LKS).

Pektinázy podle Loučky et al., (1991) rozkládají pektinové látky na látky využitelné bakteriemi mléčného kvašení. Hlavním produktem pektolýzy je kyselina galakturonová, která je dále zkvašována na kyseliny: octovou, máselnou, mravenčí a jantarovou. Pektinové látky jsou ve velké míře obsaženy u vyslazených cukrovarských řízků.

Proteinázy by měly usnadnit rozklad bílkovin v aerobní fázi fermentace. Při řízeném proteolytickém rozkladu může být sníženo uvolňování čpavku a některých dalších zápachajících antinutričních látek (Loučka et al., 1991).

Lipázy přispívají podle Loučky et al., (1991) k rychlejšímu rozkladu některých lipidů (například voskových povlaků listů) a tím umožnit bakteriím mléčného kvašení a enzymům lepší využití látek obsažených v rostlinných pletivech. Zařazení lipázy do aditiva bývá obvykle málo účinné, protože v pícninách, které se silážují, bývá obsah tuků velmi nízký (Loučka et al., 1991).

Druhým typem enzymů jsou enzymy oxidoreduktační. Součástí některých aditiv bývá oxidoreduktační enzym glukózooxidáza, která se významně podílí na rozkladu glukózy v kyselinu glukonovou a peroxid vodíku. Kyselina glukonová je

poměrně kyselá, takže se může účinně podílet na okyselení silážované hmoty. Kyselina glukonová je prokvašována na kyselinu mléčnou, etanol, acetát a oxid uhličitý (Loučka et al., 1991).

Při reakci se spotřebuje velké množství kyslíku na začátku fermentace, kdy je nutné co nejrychleji omezit dýchání nežádoucích mikroorganismů. Glukózaoxidáza v aditivech přispívá k rychlejšímu poklesu pH siláže a k účinnějšímu vázání volné vody (Loučka et al., 1991).

Pro velice dobré vlastnosti by se dalo předpokládat, že bude glukózaoxidáza součástí většiny biologických aditiv, ale opak je pravdou. Hlavním důvodem je velmi vysoká cena, což zvyšuje náklady na aditiva při konzervaci píce. Dalším důvodem je fakt, že její účinek je závislý na dostatku čisté glukózy v substrátu (Loučka et al., 1991).

2.6.3.3 Kombinovaná biologická aditiva

Biologická aditiva bývají většinou vícesložková. Obsahují složku bakteriální, enzymatickou a nějaký nosič, který je současně zdrojem cukrů a výživných látek. Bakterie a enzymy na sebe ve svých účincích navazují nebo se vzájemně doplňují. Používání kombinovaných biologických aditiv má, i přes vyšší pořizovací cenu, stále větší oblibu. Rychlé navození kvašení po jejich aplikaci totiž vede ke snížení fermentačních ztrát (při vzniku kyseliny mléčné jsou ztráty energie fermentací 4 %). Projeví se to také na výrobě kvalitnější siláže a následnou zvýšenou užitkovostí a zdravím zvířat (Loučka et al., 1991).

2.6.4 Absorbenty

Absorbenty mají za úkol zvýšit obsah sušiny silážované hmoty. Jako absorbent se může použít řezaná sláma, plevy či jiné odpady vzniklé při čištění obilných zrn (Loučka et al., 1991).

2.6.5 Látky se specifickými účinky

V aditivech bývají zastoupeny i látky jako jsou například sušené kvasnice, vitamíny, stopové prvky, minerální látky a barviva. Tyto látky mají specifické účinky, které napomáhají posílit účinnost bakterií v aditivu obsažených. Avšak nejen u nás, ale i ve světě jsou spíše jen okrajovou záležitostí (Loučka et al., 1991).

2.6.6 Trendy v používání aditiv

V posledních letech se prosazují ekologické způsoby silážování, což má za následek zvýšený zájem o biologická aditiva, speciálně biologická vícesložková aditiva a aditiva obsahující enzymatickou složku. Často se také vyžaduje, aby byly jednotlivé složky širokospektré, tedy aby bakteriální složka obsahovala více kmenů bakterií ve svém působení vzájemně navazujících. Na trhu se mnohem častěji objevují aditiva, která mají v enzymatické složce více různě působících enzymů. Je třeba si ale uvědomit, že s každým zvýšením spektra se také zvyšuje cena aditiv. Z tohoto důvodu je nutné se důkladně věnovat výběru vhodného konzervačního přípravku. K tomu nám může pomoci posuzování podle „značky kvality“ s. 42 a 43 (Loučka et al., 1991).

2.7 Hodnocení siláží

Zcela jistě nejlepším znakem kvalitní siláže je následná efektivní produkce mléka a dobré přírůstky živé váhy krmných zvířat. Jelikož je však produkční užitkovost výsledkem mnoha dalších faktorů, je třeba zaměřit se spíše na soubor organoleptických vlastností, nebo lépe rutinních laboratorních testů (Wilkinson, 2005).

Základem hodnocení siláží bývá proto nejčastěji smyslové posouzení (aroma, barva, konzistence), chemické posouzení pH a posouzení fermentačních produktů (kyseliny mléčné, octové a máselné). Kvalita siláží je také posuzována podle obsahu živin a energie (Loučka et al., 2002).

Rychlý pokles hodnoty pH na stabilní úroveň je považován za základní kritérium laktacidogenní fermentace a mikrobiologické stability siláže (Alder, 2002; Pötsch a Resch, 2002).

Rychlost degradace dusíkatých látek na amoniak může být, jak tvrdí Weissbach a Honig (1992), také považována za indikátor kvality fermentačního procesu. Podíl amoniaku z celkových dusíkatých látek by neměl překročit 10 %. Dalším způsobem je hodnocení siláží pomocí fermentačních vlastností (stupnice DLG bodů, kde 1 je vynikající a 5 velmi špatná), jak uvádí Weissbach a Honig, (1992).

Pokud má siláž nevyhovující parametry, bývá označována jako zdravotně závadná čili „nezkrmitelná“. Takováto siláž by se vůbec neměla podávat zvířatům ke zkrmování, a měla by být povoleným způsobem zlikvidována (Loučka et al., 2002).

U siláží nelze hodnotit pouze kvalitou fermentačního procesu, ale také živiny, které se přímo vztahují k produkční účinnosti krmiv. Hodnocení vychází ze sušiny, vlákniny a dusíkatých látek (Doležal et al., 2006).

Tabulka č. 2 Optimální hodnoty ukazatelů kvality siláže (Wilkinson, 2005)

Parametr	Ideální hodnota
Sušina (g/kg)	300 - 350
pH	4,0 - 4,2
Popeloviny (g/kg sušiny)	< 80
Hrubý protein (g/kg sušiny)	150 - 170
Kyselina mléčná (g/kg sušiny)	100 - 150
Kyselina octová (g/kg sušiny)	20 - 30
Kyselina máselná (g/kg sušiny)	0
Ethanol (g/kg sušiny)	< 10
ME (MJ/kg sušiny)	> 11
Amonný dusík (g/kg celkového dusíku)	< 50
Aminokyselinový dusík (g/kg celkového rozpustného dusíku)	> 700

2.8 Výživná hodnota siláží

2.8.1 Dusíkaté látky

Dusíkaté látky jsou živiny, které mohou zvířata využívat a zabudovávat do svého těla, případně do svých produktů. Dříve byly dusíkaté látky posuzovány jako stravitelné a dále rozlišovány na bílkovinné a nebílkovinné povahy. V současné době rozlišujeme dusíkaté látky na degradovatelné a nedegradovatelné. Nedegradovatelné dusíkaté látky jsou ty, které projdou bacheřem beze změny. Degradovatelné jsou v bacheři z větší části přeměňovány na mikrobiální dusíkaté látky a jsou děleny na rychle, středně a pomalu degradovatelné (Pozdíšek et al., 2008).

Primární funkcí bílkovin obsažených v krmivu je poskytnout přežvýkavcům tzv. „absorbované aminokyseliny“ ve formě α -amino dusíku. První limitující aminokyselinou z travních siláží je Histidin (Vanhatalo et al., 1999; Kim et al., 2001). Absorbované aminokyseliny bývají často definovány jako metabolizovatelný protein. U přežvýkavců je potřeba metabolizovatelného proteinu uspokojována ze syntetizované mikrobiální bílkoviny a z krmného proteinu (Huhtanen, 2005).

2.8.2 Sacharidy

Sacharidy tvoří 50 – 80 % sušiny krmiv a jsou hlavním zdrojem energie pro přežvýkavce. Člení se na nestrukturální a strukturální. Nestrukturální sacharidy jsou zpravidla rychleji stravitelné než strukturální. Nejznámějším zástupcem nestrukturálních sacharidů je například škrob. Strukturální sacharidy jsou pomaleji stravitelné a člení se na hrubou vlákninu, acidodetergentní vlákninu (ADF), která vyjadřuje obsah celulózy, ligninu a lignifikovaných dusíkatých složek rostlin, a neutrálnědetergentní vlákninu (NDF), která vyjadřuje obsah acidodetergentní vlákniny a hemicelulózy a je nejpřesnějším ukazatelem celkového obsahu vlákniny, respektive stavebních složek buněčných stěn rostlin (Pozdíšek et al., 2008).

2.9 Ztráty při silážování

Konopásek (1991) tvrdí, že ztráty při silážování je možno podle mechanismu vzniku členit na ztráty fermentační, ztráty vznikající infiltrací vzduchu a ztráty odtokem silážních šťáv.

2.9.1 Ztráty při fermentaci

Jak uvádí Mc Donald (1981), velmi vážným problémem je soutěživost anaerobních druhů bakterií, zejména pak klostridií, které způsobují závažné problémy zejména u vlhkých siláží. Tam ničí kyselinu mléčnou a aminokyseliny, a přitom produkují kyselinu máselnou, aminy a čpavek, které jsou toxické. Také stoupá pH a siláž se stává nestabilní.

2.9.2 Ztráty infiltrací vzduchem

Tyto ztráty se objevují téměř ve všech fázích procesu silážování (při plnění silážních žlabů, v průběhu skladování a vyskladnění). Měření ztrát v závislosti na typu techniky provedli Bastiman a Altman (1985). Infiltrace vzduchu také závisí na hustotě siláže, která je ovlivněna délkou řezanky, obsahem sušiny, stádiem zralosti píce nebo kvalitním udusáním silážované hmoty.

2.9.3 Ztráty silážními šťávami

Únik silážních šťáv není jen závažným ekologickým problémem, ale představuje především významné ztráty výživné hodnoty (hmoty, energie, sušiny, vitamínů a minerálních látek). Tyto ztráty většinou tvoří 5 – 7 %, ale i víc. Barančic et al., (1987) zjistil, že ztráty odtokem silážních šťáv mohou převyšovat ztráty vzniklé v průběhu fermentace. Úroveň ztrát závisí především na:

- délce řezanky
- stupni dusání
- stupni znečištění
- obsahu sušiny silážované píce
- výšce silážované hmoty
- použití konzervačních prostředků

Také rychlost odtoku a složení silážních šťáv závisí na druhu silážovaného materiálu. Například u kukuřičné siláže nebo siláže z víceletých pícnin závisí obsah minerálních látek na stupni znečištění. Silážní šťávy jsou rovněž velmi kyselé, což znamená, že při jejich odtoku roste pH, a tím se zvyšuje nebezpečí kažení (Doležal et al., 2006).

Vliv aditiv na tvorbu silážních šťáv zkoumal Jones (1995) při pokusu silážování travního porostu s nízkým obsahem sušiny a zjistil, že biologická aditiva ve srovnání s chemickými mají schopnost omezit tvorbu a odtok silážních šťáv až o 12 %.

3. Materiál a metodika

V práci jsou hodnoceny faktory ovlivňující kvalitu a výživnou hodnotu zavadlých travních siláží. Vzorky travních siláží byly odebrány v provozních podmínkách Jihočeského regionu. K analýzám byl vybrán soubor siláží, který byl rozdělen do tří skupin podle použití aditivních konzervačních látek. Vzorky travních siláží byly odebírány v tříletém období v letech 2008 – 2010. Vyhodnocení bylo provedeno u prvních sečí. Silážování bylo provedeno standardním způsobem, v nadzemních betonových silážních žlabech. Délka řezanky 30 – 60 mm. Byly vytvořeny tři skupiny po 12 vzorcích. První skupina byla kontrolní, bez použití konzervačních prostředků. Do druhé skupiny byly zařazeny siláže ošetřené bakteriálními přípravky. Do třetí skupiny byly zařazeny siláže ošetřené bakteriálně enzymatickými aditivy. Dávkování konzervačních aditiv bylo provedeno dle doporučení výrobce. Použitá konzervační aditiva a jejich složení je uvedeno v tabulce 3 a 4. V každém sledovaném roce byly hodnoceny vzorky travních siláží ze čtyř silážních jam z každé skupiny. Vzorky byly odebírány po uplynutí 8 týdnů po silážování.

Základní živiny byly stanoveny dle uzančních metod „laboratorních zkoušení krmiv“ ÚKZUZ.

Analýza siláží byla provedena dle metodik ÚKZUZ „Zkoušení jakosti siláží“. Kyseliny v siláži byly stanoveny pomocí izotachoforetického analyzátoru. Vzorky travních siláží pro zařazení do jakostních tříd byly hodnoceny „normou 2004“ (Míkyska, Šeda 2004).

Experimentální data byla vyhodnocena pomocí trial verze programu STATISTIKA verze č. 9.

Tabulka č. 3 Složení bakteriálních přípravků

Název přípravku	Druhy (kmeny) bakterií a jejich min. množství v přípravku (CFU/g)	Ostatní složky	
Bonsilage	<i>L. rhamnosus</i> (NCIMB 30121), <i>E. faecium</i> (NCIMB 30122)	R: 1 x 10 ¹¹ G: 2 x 10 ⁸	R: sušená syrovátka G: uhličitán vápenatý
Microsil	<i>L. plantarum</i> (CCM 3769), <i>L. casei</i> (CCM 3775), <i>E.</i>	1 x 10 ¹⁰	sušená syrovátka,

	<i>faecium</i> (CCM 6226), <i>P. pentosaceus</i> (CCM 3770)		sacharóza, laktóza
Sila-Bac	<i>L. plantarum</i> (DSM 4784, DSM 4787, DSM 5257, DSM 5258, DSM 5284), <i>E. faecium</i> (DSM 4788, DSM 4789)	1,25 x 10 ¹¹	maltodextrin, křemičitan sodnohlinitý, thiosíran sodný, barvivo E133

L = *Lactobacillus*, *E* = *Enterococcus*, *P* = *Pediococcus*, CFU (colony forming unit),
R = rozpustný, G = granulovaný

Tabulka č. 4 Složení bakteriálně-enzymatických přípravků

Název přípravku	Druhy (kmeny) bakterií a jejich minimální množství v přípravku (CFU/g)	Enzymy a jejich minimální aktivita v přípravku (nkat/g, nkat/ml)	Ostatní složky
Bactozym	<i>L. plantarum</i> (CCM 3769), <i>L. casei</i> (CCM 3775), <i>E. faecium</i> (CCM 6226), <i>P. pentosaceus</i> (CCM 3770) 1,5 x 10 ¹⁰	celulóza a hemicelulóza glukózaoxidáza 31 000 4 800	sušená syrovátka, sacharóza, laktóza
Feedtech F18	2 kmeny <i>L. plantarum</i> , 2 kmeny <i>P. acidilactici</i> 10 ⁶	celulóza 43 000	
Sill-All 4 x 4	<i>L. plantarum</i> , <i>E. faecium</i> , <i>P. acidilactici</i> , <i>L. salivarius</i> 1 x 10 ¹¹	celulóza, hemicelulóza, amyláza, pentoanáza	dextróza

L = *Lactobacillus*, *E* = *Enterococcus*, *P* = *Pediococcus*, CFU (colony forming unit)

4. Výsledky a diskuse

V tabulkách č. 5 – 10 jsou uvedeny laboratorní hodnoty zjištěné při analýzách zkoumaných vzorků. Tabulky jsou dělené podle výživové hodnoty a parametrů fermentačního procesu.

Tabulka č. 5 Výživná hodnota travní siláže bez konzervačních přípravků (v sušině)

Číslo vzorku	NI (g/kg)	T (g/kg)	VI (g/kg)	NDF (g/kg)	ADF (g/kg)	BNLV (g/kg)	NEL (MJ/kg)	Suš pův (%)
1	148.7	34.5	299.1	524.3	334.7	427.7	5.1	360.0
2	140.0	36.8	273.2	494.2	342.4	452.3	4.9	342.6
3	176.5	35.0	284.7	530.6	347.8	404.5	5.1	380.6
4	170.9	32.7	288.9	536.1	360.6	406.1	5.3	340.0
5	140.0	36.4	285.8	515.5	343.1	440.0	5.1	349.8
6	148.1	30.6	287.4	521.0	350.3	429.1	5.4	422.7
7	180.6	38.0	270.0	482.4	325.8	405.3	5.4	364.0
8	156.2	36.5	280.0	531.7	340.1	428.2	5.4	415.4
9	176.3	37.1	266.5	488.1	311.7	429.8	5.2	375.8
10	159.7	32.6	264.2	456.8	299.4	438.5	5.3	461.2
11	154.3	36.8	279.1	488.6	322.1	419.8	5.2	345.6
12	138.6	38.9	288.4	477.2	320.9	447.2	5.0	390.0

Tabulka č. 6 Fermentační ukazatele siláže bez konzervačních přípravků

Číslo vzorku	k. mléčná (g/kg)	k. octová (g/kg)	k. máselná (g/kg)	pH	Stupeň proteolýzy (%)
1	9.9	10.4	4.5	5.2	11.8
2	41.7	25.4	10.3	4.6	11.5
3	60.2	16.4	0	4.7	9.2
4	98.7	32.0	0	4.3	8.7
5	25.6	14.4	11.3	4.8	12.0
6	27.4	12.0	0	5.1	12.6
7	39.2	11.5	4.0	4.6	10.9

8	30.0	15.7	3.5	4.5	9.6
9	48.7	13.8	0	4.4	8.1
10	32.8	11.6	0	5.0	9.5
11	11.7	4.5	3.0	5.5	12.7
12	27.3	8.7	0	4.4	8.7

Tabulka č. 7 Výživná hodnota travní siláže s přidavkem bakteriálních aditiv (v sušině)

Číslo vzorku	NI (g/kg)	T (g/kg)	VI (g/kg)	NDF (g/kg)	ADF (g/kg)	BNLV (g/kg)	NEL (MJ/kg)	Suš pův (%)
1	174.9	39.7	273.6	480.1	320.7	410.5	5.5	332.8
2	164.2	30.0	248.5	440.6	311.0	448.9	5.2	330.7
3	157.8	32.4	275.2	480.5	329.1	428.9	5.2	366.3
4	131.7	28.6	305.0	540.2	377.5	446.1	5.0	355.1
5	141.6	27.3	285.1	511.8	345.3	457.0	5.1	360.4
6	128.3	30.5	309.4	518.8	370.2	436.7	5.2	330.0
7	132.7	25.4	281.3	509.6	347.1	456.4	5.2	441.7
8	153.8	36.3	267.4	486.9	340.0	444.7	5.3	390.7
9	140.0	38.0	254.2	448.3	305.7	467.0	5.3	321.5
10	157.6	33.7	280.4	512.8	332.8	440.2	5.4	375.9
11	149.9	37.6	260.5	480.4	304.3	454.3	5.3	332.0
12	159.0	37.2	276.7	508.4	340.7	422.1	5.3	450.5

Tabulka č. 8 Fermentační ukazatele siláže s přidavkem bakteriálních aditiv

Číslo vzorku	k. mléčná (g/kg)	k. octová (g/kg)	k. máselná (g/kg)	pH	Stupeň proteolýzy (%)
1	84.5	26.2	0	4.2	9.8
2	130.8	35.3	0	3.9	8.1
3	47.4	20.8	4.4	4.3	6.6
4	35.8	19.9	4.6	4.3	7.9

5	61.8	9.9	0	4.1	5.0
6	70.1	14.8	0	4.3	8.5
7	95.2	12.4	0	4.2	5.7
8	68.0	19.6	0	4.2	7.1
9	109.8	23.0	0	4.0	6.8
10	58.5	15.6	4.7	4.5	7.7
11	71.4	15.0	0	4.2	6.8
12	17.0	11.2	2.7	4.8	8.9

Tabulka č. 9 Výživná hodnota travní siláže s přidavkem bakteriálně enzymatických aditiv v (sušině)

Číslo vzorku	NI (g/kg)	T (g/kg)	VI (g/kg)	NDF (g/kg)	ADF (g/kg)	BNLV (g/kg)	NEL (MJ/kg)	Suš pův (%)
2	168.4	38.7	264.0	466.8	308.6	431.9	5.4	365.0
3	127.7	32.5	276.4	477.5	345.8	475.4	5.2	320.7
4	118.3	31.0	284.7	520.8	340.5	479.0	5.2	425.1
5	126.5	28.3	276.7	560.6	382.7	477.5	5.1	415.8
6	119.3	25.2	288.4	776.9	348.8	463.1	5.1	433.2
7	115.5	32.3	280.6	480.0	371.8	477.6	5.1	440.0
8	124.5	31.0	289.0	477.5	349.7	449.5	5.1	368.0
9	149.7	32.1	283.6	491.4	338.5	437.6	5.5	322.8
10	152.9	34.6	287.1	485.6	341.3	435.4	5.3	448.8
11	176.8	39.9	278.5	503.4	343.8	430.8	5.4	372.6
12	186.2	36.6	250.0	477.2	308.6	431.2	5.2	350.0

Tabulka č. 10 Fermentační ukazatele siláže s přidavkem bakteriálně enzymatických aditiv

Číslo vzorku	k. mléčná (g/kg)	k. octová (g/kg)	k. máselná (g/kg)	pH	Stupeň proteolýzy (%)
1	77.3	23.8	0	4.3	5.9
2	105.6	16.2	2.9	4.1	8.8

3	90.4	34.8	0	4.0	6.2
4	48.3	12.2	0	4.1	5.5
5	45.9	11.7	0	4.2	8.0
6	41.7	11.0	0	4.4	7.5
7	38.6	18.9	0	4.5	6.3
8	59.6	31.5	0	4.3	6.2
9	103.2	15.7	0	4.2	7.4
10	58.3	15.6	0	4.3	5.8
11	98.7	26.3	0	4.1	7.0
12	82.4	14.8	0	4.3	7.7

4.10 Zařazení siláží podle normy 2004

U siláží se hodnotí kvalita fermentačního procesu a živiny, které se přímo vztahují k produkční účinnosti krmiv. Norma 2004 vychází z hodnot sušiny, vlákniny, dusíkatých látek u živinového hodnocení a kyseliny máselné, stupně proteolýzy a smyslového hodnocení u fermentačního procesu. V tabulce č. 11 jsou uvedeny vyhodnocené třídy fermentace a třídy celkového hodnocení siláží u mých zkoumaných vzorků.

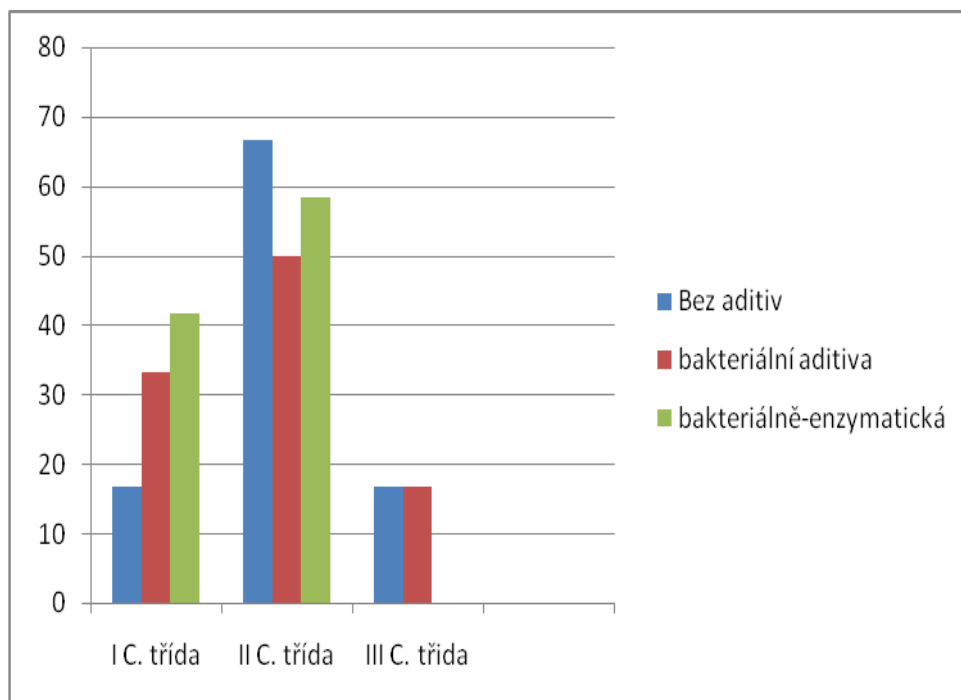
Tabulka č. 11 Zařazení zkoumaných siláží do jakostních tříd podle normy 2004

Siláže bez použití aditiv												
Vzorek	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tř. F.	IV	IV	II	I	IV	III	III	III	I	II	IV	I
Tř. cel.	III	II	II	II	III	II	II	II	I	I	II	II
Siláže s použitím bakteriálních aditiv												
Vzorek	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tř. F.	III	I	II	II	I	I	I	I	I	II	I	III
Tř. cel.	II	I	II	III	II	III	II	I	I	II	I	II
Siláže s použitím bakteriálně-enzymatických aditiv												
Vzorek	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tř. F.	I	III	I	I	II	I	I	I	I	I	I	I
Tř. cel.	I	II	I	II	I	II	II	II	II	II	I	I

Tř. = třída, F. = fermentace, cel. = celková

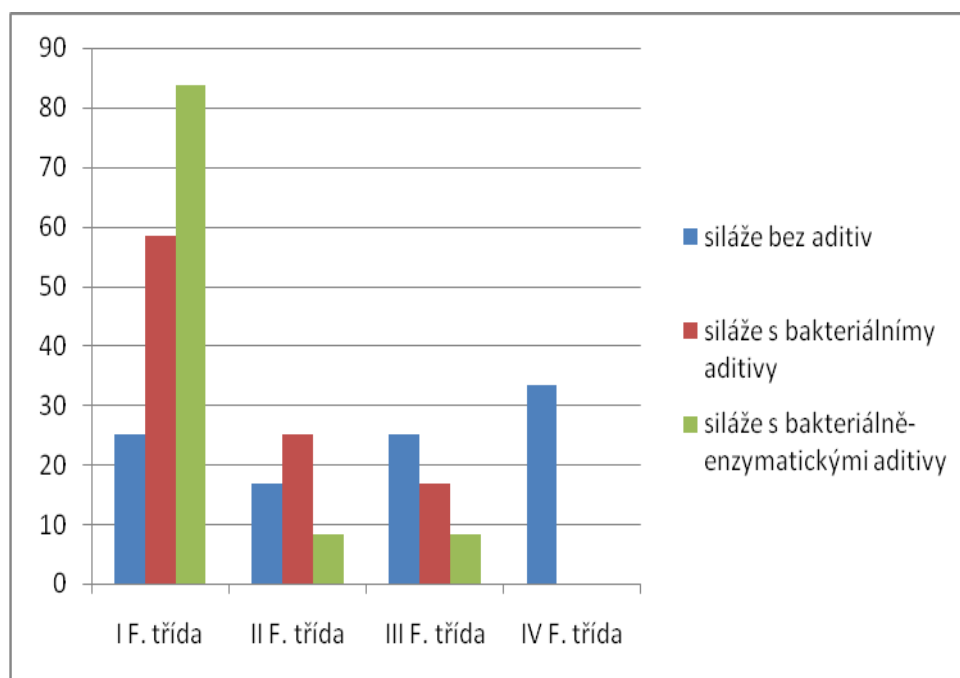
Procentické zastoupení fermentačních a jakostních tříd u vzorků siláží z tabulky č. 11 je následující. Siláže spadající do IV. fermentační třídy tvoří 33,3 % u siláží bez aditiv. Zastoupení ve III. fermentační třídě je 25 % u siláží bez aditiv, 16,7 % u siláží s bakteriálními aditivy a 8,3 % siláží s použitím bakteriálně-enzymatických aditiv. Do II. fermentační třídy bylo zařazeno 16,7 % siláží bez aditiv, 25 % siláží s bakteriálními aditivy a 8,3 % siláží s bakteriálně-enzymatickými aditivy. V I. fermentační třídě bylo zařazeno 25 % siláží bez aditiv, 58,3 % siláží s bakteriálními aditivy a 83,4 % siláží s bakteriálně-enzymatickými aditivy.

Graf č. 1 Procentické zastoupení siláží zařazených v celkových jakostních třídách



Siláže spadající do III. celkové jakostní třídy tvoří 16,7 % u siláží bez použití aditiv a 16,7 % u siláží s použitím bakteriálních aditiv. Do II. celkové jakostní třídy bylo zařazeno 66,7 % siláží bez aditiv, 50 % siláží s použitím bakteriálních aditiv a 58,3 % siláží s použitím bakteriálně-enzymatických aditiv. V I. celkové jakostní třídě je pak 16,7 % siláží bez konzervačních přípravků, 33,3 % siláží s použitím bakteriálních aditiv a 41,7 % siláží s bakteriálně-enzymatickými aditivy. Je tedy zřejmé, že přidáním inokulantů při konzervaci píče z travních porostů docílíme vyšší celkové jakostní třídy výsledné siláže.

Graf č. 2 Procentické zastoupení siláží ve fermentačních třídách



Z grafu č. 2 jednoznačně vyplývá, že při použití bakteriálně-enzymatických aditiv bylo téměř 85 % vzorků zařazeno do I. fermentační třídy a při použití bakteriálních aditiv bylo zařazeno téměř 60 % vzorků do té samé třídy. To nasvědčuje dobrému průběhu fermentace a zajištění výroby vysoce kvalitních objemných krmiv.

4.10.1 Statistické údaje zpracovaných vzorků

Tabulka č. 15 Průměrné statistické hodnoty pro fermentační ukazatele

VZORKY	BEZ ADITIV (Ø) ^A	BAKTERIÁLNÍ ADITIVA (Ø) ^B	BAKTERIÁLNĚ ENZYMATICKÁ ADITIVA (Ø) ^C	STATISTICKÁ VÝZNAMNOST PŘI HLADINĚ $\alpha = 0,05$
Sušina (%)	387,9750	365,6330	383,0750	-
K. mléčná (g/kg)	37,7667	70,8583	70,8333	A – B A – C
K. octová (g/kg)	14,7000	18,6417	19,3750	-
K. máselná (g/kg)	3,0500	1,3667	0,2417	-
pH	4,7583	4,2500	4,2333	-

St.				A – B
Proteolýzy	10,4417	7,2908	6,8583	A – C
(%)				

Při hodnocení průměrných hodnot vzorků siláží jsem zjistil, že bakteriální a bakteriálně-enzymatické preparáty mají příznivý vliv na obsah kyseliny mléčné v siláži. Byly zjištěny statistické rozdíly v obsahu kyseliny mléčné mezi kontrolní skupinou bez použití silážních aditiv a skupinou, kde byla použita bakteriální a bakteriálně enzymatická aditiva. Mikyska (2008) uvádí hodnotu kyseliny mléčné 48,267 g/kg sušiny. Průměr obsahu kyseliny mléčné byl u zkoumaných vzorků 59,82 g/kg sušiny.

Další rozdíly byly zjištěny u obsahu kyseliny máselné, kde aditivní přípravky účinně snížili její hodnoty ve zkoumaných silážích. Procentické snížení hodnoty obsahu kyseliny máselné činilo u siláží s přidavkem bakteriálních aditiv 55 % a u siláží s použitím bakteriálně-enzymatických aditiv činilo snížení 92 % oproti silážím bez použití konzervantů. Tím se zvyšuje kvalita siláže a následně užitkovost dojníc.

Hodnota pH se snížila u vzorku siláží s použitím inokulantů, díky vysokému obsahu kyseliny mléčné. Podle Doležala (2006) jsou hodnoty pH přímo úměrné k sušině. Při pH okolo hodnoty 4,8 a nízké sušině siláže jsou aktivovány klostridie a probíhá proces proteolýzy. To je zřetelné v tabulce č. 15. Čím vyšší hodnota pH tím vyšší % proteolýzy.

Byly zjištěny statisticky významné rozdíly stupně proteolýzy ($P < 0,05$) mezi kontrolní skupinou bez použití silážních aditiv a skupinou, kde byla použita bakteriální a bakteriálně enzymatická aditiva. Lád (2006) uvádí průměrné hodnoty proteolýzy u skupiny travních siláží bez použití konzervačního přípravku 10,23 %, u travních siláží s použitím bakteriálních přípravků 6,8 % a u skupiny siláží s použitím bakteriálně-enzymatických přípravků 7,3 %. Statistická významnost vybraných ukazatelů je podrobněji rozpracována v příloze č. 2.

Kvalita siláže je charakterizována především živinovou hodnotou, parametry fermentace a senzorickými vlastnostmi, které mohou poskytnout další informace o hygienických vlastnostech a příjmu krmiva. Tabulka č. 16 ukazuje cílové hodnoty pro kvalitní travní siláže, kterých by mělo být v praxi dosahováno v Rakousku. Obsah hrubé vlákniny odráží vegetační stádium porostu a obecně má významný vliv

na kvalitu píce. Obsah dusíkatých látek v silážích se běžně pohybuje okolo 130 – 160 g/kg sušiny. Vysoký obsah popela snižuje stravitelnost a koncentraci energie, je častým původcem nesprávného průběhu fermentace a zvyšuje obsah kyseliny máselné (Resch, 2007).

Tabulka č. 16 Cílové hodnoty siláže a parametry fermentace podle Resche (2007)

Parametr	jednotka	Cílová hodnota
Původní sušina (g/kg)		300-400
Hrubá vláknina (g/kg sušiny)		<270
Dusíkaté látky (g/kg sušiny)		>120
Popel (g/kg sušiny)		<100
Stravitelnost organické hmoty (%)		>70
Koncentrace energie (MJ NEL/kg sušiny)		>5,8
Kyselina mléčná (g/kg sušiny)		20-60
Kyselina octová (g/kg sušiny)		Max. 30
Kyselina máselná (g/kg sušiny)		Max. 3
Degradace bílkovin (%NH₄-N z celkového N)		<10
DGL (body kvality siláže)		>70

Tabulka č. 17 Vybrané hodnoty zkoumaných vzorků

parametr	Hodnoty siláží bez aditiv (Ø)	Hodnoty siláží s bakteriálními aditivy (Ø)	Hodnoty siláží s bakteriálně-enzym. Aditivy (Ø)
Původní sušina (g/kg)	387,9750	365,6330	383,0750
Hrubá vláknina (g/kg sušiny)	280,6083	276,4417	277,5000
Dusíkaté látky (g/kg sušiny)	157,4917	149,2917	145,2500
Koncentrace energie (MJ NEL/kg sušiny)	5,2000	5,2500	5,2583
Parametry fermentace			
Kyselina mléčná (g/kg sušiny)	37,7667	70,8583	70,8333
Kyselina octová (g/kg sušiny)	14,7000	18,6417	19,3750
Kyselina máselná (g/kg sušiny)	3,0500	1,3667	0,2417

Při porovnání živinových hodnot ideální siláže a zkoumaných průměrných vzorků siláží bez a s inokulanty jsem zjistil, že obsah sušiny je v normě. Obsah hrubé vlákniny je o cca 10 g/kg sušiny vyšší než uvádí tabulka č. 16. Obsah dusíkatých látek odpovídá předepsané hodnotě, ale koncentrace energie je pod spodní hranicí normy. Při hodnocení parametrů fermentace se obsah kyseliny mléčné pohyboval v normě u vzorku průměrné siláže bez použití aditiv. U vzorků siláží s použitím aditiv se hodnoty obsahu kyseliny mléčné pohybovaly cca o 10,8 g/kg sušiny nad cílovou hodnotou. Kyselina octová byla v normě u všech vzorků, pouze kyselina máselná se u vzorku siláže bez aditiv pohybovala těsně nad požadovaným maximem.

Podle Loučky et al. (1997), je třeba účinnost aditiv posuzovat v celém komplexu. Ukazatele výživné hodnoty nám slouží k sestavení krmné dávky

s vyváženým poměrem energie, živin, minerálních látek a stopových prvků. Doležal (2006) tvrdí, že biologická aditiva zvyšují energetickou hodnotu siláží až o 5 % a podle anglických a německých prací vedou ke snížení vlákniny až o 6 %, a tím také zvyšují krmnou hodnotu siláží. Nebyl zaznamenán žádný významný nárůst metabolizovatelné energie, ani pokles obsahu hrubé vlákniny. Fermentační ukazatelé podle Loučky et al. (1997) dávají informace o ztrátách živin a energie vzniklé fermentačním procesem, dietetické vlastnosti a chutnost siláže. Loučka et. al. (1997) dále uvádí, že aditiva používaná při silážování mohou podstatně snížit rozklad bílkovin v siláži.

Při hodnocení výsledků jsem zjistil, že při silážování trav bez použití aditiv bylo podle normy 2004 Mikysky, Šedy (2004) zařazeno do první fermentační třídy pouze 25 % zkoumaných vzorků. U siláží s použitím bakteriálních aditiv se zvýšil počet zařazených vzorků do první fermentační třídy o 23,3 % oproti silážím bez konzervačních přípravků a u siláží s použitím bakteriálně-enzymatických byl nárůst zařazení do I. fermentační třídy již o 58,3 % oproti silážím bez použití aditiv. Tento pozitivní efekt byl způsoben použitím silážních aditiv. Bakteriální aditiva statisticky významně zvýšila obsah kyseliny mléčné na hodnotu 70,86 g/kg sušiny a snížila obsah kyseliny máselné na hodnotu 1,37 g/kg sušiny. Hodnota pH byla 4,25, což ovlivnilo rozvoj klostridií a tím i stupeň proteolýzy, jehož hodnota činila 7,41 %. U bakteriálně-enzymatických aditiv se zvýšil obsah kyseliny mléčné oproti silážím bez použití aditiv na hodnotu 70,83 g/kg sušiny. Obsah kyseliny máselné klesl na hodnotu 0,24 g/kg sušiny a hodnota pH byla 4,23. Stupeň proteolýzy pak činil 6,86 %. Podle Láda (2006), který zkoumal kvalitativní ukazatele fermentačního procesu na travních silážích dělených do stejných skupin, jako je v našem případě, byla průměrná hodnota pH u siláží bez použití konzervantů 4,74, u siláží s bakteriálními preparáty 4,25 a u siláží s použitím bakteriálně enzymatických aditiv činila hodnota pH 4,29. Při porovnání s našimi vzorky byly rozdíly zcela neznatelné.

Z uvedených údajů je zřejmé, že použití bakteriálních a bakteriálně-enzymatických aditiv má příznivý vliv na průběh fermentačního procesu, jak uvádí Weisberg a Muck (1996). Ve svých pokusech zjistili, že biologická aditiva mají v 65 % případů kladný vliv na průběh fermentace, a na hodnoty jejich hlavních ukazatelů, kterými jsou obsah kyseliny mléčné a stupeň proteolýzy.

Při dalším porovnání byly použity průměrné hodnoty zkoumaných vzorků a cílové hodnoty a parametry fermentace u siláží používané v Rakousku. Průměrné

hodnoty u námi zkoumaných vzorku siláží s aditivy bakteriálními a bakteriálně-enzymatickými měli zvýšenou hodnotu obsahu kyseliny mléčné o cca 10,8 g/kg sušiny než uvádí norma. Z živinového hlediska byla rozdílná pouze hodnota koncentrace energie, která byla o 0,6 MJ/kg sušiny pod spodní hranicí přípustné hodnoty.

Pro porovnání živinových ukazatelů uvádí Mikyska (2008), že v roce 2007 byla průměrná hodnota NL 133 g/kg sušiny. Naše zjištěná hodnota byla 150,68 g/kg sušiny. Avšak Míka (1997) uvádí hodnotu NL u travních siláží 157,1 g/kg sušiny. Hodnota ADF byla v roce 2007 podle Mikysky (2008) 366,8 g/kg sušiny. Naše průměrná hodnota byla 337,53 g/kg sušiny. Hodnota NDF se výrazně nelišila od hodnoty, kterou uvádí Mikyska (2008).

5. Závěr

Výroba siláže je soubor operací, které jsou ovlivněny řadou faktorů, mezi které patří například vhodná doba sklizně, kvalitní udusání silážované hmoty, správné zakrytí, dodržení hygieny a přesného technologického postupu a v mnohých případech také správná volba konzervačního přípravku. Současným trendem výroby kvalitních objemných krmiv je používání aditivních preparátů, které usměrňují fermentační proces, snižují ztráty vzniklé fermentací a zvyšují stravitelnost a živinovou hodnotu výsledné siláže. V mé práci jsem se zaměřil na využití biologických preparátů používaných v technologii výroby travních siláží.

Jedním z rozhodujících faktorů, které ovlivňují jakost siláží je použití bakteriálních a bakteriálně-enzymatických aditiv. Použitá aditiva zlepšila fermentační ukazatele a tím i celkové zařazení do jakostních tříd. Při porovnání vzorků siláží konzervovaných bez použití aditivních přípravků a siláží konzervovaných pomocí biologických konzervačních přípravků, jsem zjistil zvýšení obsahu kyseliny mléčné a octové a dále pak snížení hodnoty pH a obsahu nežádoucí kyseliny máselné.

U obsahu kyseliny mléčné byly zjištěny statisticky významné rozdíly mezi kontrolní skupinou bez použití silážních aditiv a skupinou, kde byla použita bakteriální a bakteriálně-enzymatická aditiva. Bylo zjištěno, že statisticky významně se lišily vzorky siláží s bakteriálními aditivami ($P < 0,05$) a siláže s bakteriálně-enzymatickými aditivami ($P < 0,05$) od kontrolních vzorků siláží bez aditiv. Vzorky siláží s přídavkem bakteriálních a bakteriálně-enzymatických aditiv se od sebe statisticky významně nelišily.

Výrazné změny byly zjištěny u stupně proteolýzy, který byl ovlivněn přídavkem aditiv. Nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly mezi skupinami vzorků siláží s použitím bakteriálních a bakteriálně-enzymatických aditiv.

Při porovnání výsledků ukazatelů živinové hodnoty nebyly u zkoumaných skupin zjištěny významné rozdíly.

6. Použitá literatura

1. **Adler, A. (2002):** Qualität von Futterkonserven und mikrobielle Kontamination. Alpenländischen Expertenforum „Zeitgemäße Futterkonservierung“, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Bericht zum 8: 17 – 25.
2. **Barančic, F. Doležal, P. (1989):** Metodika konzervace píce. Ministerstvo zemědělství a výživy ČR, Nové Město nad Cidlinou, 57 s. ISBN 80-7084-001-3
3. **Barančic, F. Jakobe, P., Doležal, P. a kol. (1987):** Konzervace krmiv. SZN Praha, 262 s.
4. **Barančic, F., Hartman, M., Jakobe, P. (1980):** Faktory ovlivňující silážovatelnost cukrových skrojků. VÚVZ Pohořelice.
5. **Bastiman, B., Altman, J. F. B. (1985):** Losses at various stages in silage making. Res Dev Agric 2: 19 – 25.
6. **Cato, E. P., George, W. L. and Finegold, S. M. (1986):** Genus *Clostridium*. In: Sneath, P. H. A., Mair, N. S., Sharpe, M. E. and Holt J. G. (ed.) Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. Williams and Wilkins, Baltimore, MD, USA, p. 1141 – 1200.
7. **Čermák, B., Šoch, M. (1997):** Úprava a hodnocení krmiv. JU ZF České Budějovice, 190 s. ISBN 80-7040-202-4.
8. **Doležal, P. (2006):** Konzervace, skladování a úpravy objemných krmiv. MZLU v Brně, 247 s. ISBN 80-7157-993-9.
9. **Driehuis, F. and Oude Elferink, S. J. W. H. (2000):** The impact of the quality of silage on animal health and food safety a review. Vet. Quart. 22: 212 – 217.
10. **Heron, S. J. E., Wilkinson, J. F., Duffus, C. M. (1993):** Enterobacteria associated with grass silage. J. App. Bacteriol. 75: 13 – 17.
11. **Huhtanen, P. (2005):** Critical aspects of feed protein evaluation systems for ruminants. J. Anim. Feed Sci. 14, Suppl. 1: 145 – 170.
12. **Jones, R. (1995):** Role of biological additives in crop conservation. In: Biotechnology in the Feed Industry, Proc. of the 11th Annual Symposium (T. P. Lyons and Jacques, K. A. eds.), Nottingham Univ. Press, 627 p.
13. **Jonsson, A. and Pahlow, G. (1984):** Systematic classification and biochemical characterization of yeasts growing in grass silage inoculated with *Lactobacillus* cultures. Anim. Res. Develop. 20: 7 – 22.

14. **Kandler, O. and Weiss, N. (1986):** Genus *Lactobacillus*. In: Sneath, P.H.A., Mair, N. S., Sharpe, M. E. and Holt, J. G. (ed.) Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. vol 2, 9th ed. Williams and Wilkins, Baltimore, p. 1063 – 1065.
15. **Kim, C. H., Choung, J. J., and Chamberlain, D. G. (2001):** Responses of milk production to the intravenous infusion of amino acids in dairy cows fed grass silage and cereal-based supplements. *J. Anim. Physiol. Nutr.* 85:293 – 300.
16. **Kung, Jr. L., Stough, E. C., MCDonell, E. E., Schmidt, R. J., Hofherr, M. W., Reich, L. J. and Klingerman, C. K. (2007):** The effect of wide swathing on wilting times and nutritive value of alfalfa haylage. *J. Dairy Sci.* 90, Suppl. 1: 38.
17. **Lád, F. (2006):** Vliv vybraných ukazatelů na kvalitu silážovaných krmiv. Vědecká monografie, České Budějovice, 100 s.
18. **Loučka, R., Jirka, O. (1991):** Konzervace objemných krmiv v kulatých obřích balících. Sborník referátu z odborného semináře konzervace a skladování objemných krmiv, Praha.
19. **Loučka, R., Macháčová, E., Tyrolová, Y. (2002):** Metody konzervace píce pro ekologické zemědělství. ÚZPI Praha, 16 s. ISBN 80-7271-119-9.
20. **Loučka, R., Macháčová, E., Žalmanová, V. (1997):** Aditiva používaná k silážování. ÚZPI Praha, 50 s. ISBN 80-86153-16-9.
21. **McDonald, P. (1981):** The Biochemistry of Silage. John Wiley & Sons. Chichester, New York, USA.
22. **McDonald, P., Henderson, A. R. and Heron, S. J. E. (1991):** The Biochemistry of Silage. 2nd Edition Chalcombe publications, Marlow Bucks, UK, 340 p.
23. **Middelhoven, W. J. and Baalen A. H. M. (1988):** Development of the yeast flora of whole-crop maize during ensiling and subsequent aerobiosis. *J. Sci. Food Agr.*, 42: 199 – 207.
24. **Míka, V., Harazim, J., Kalač, P., Kohoutek, A., Komárek, P., Pavlů, V., Pozdíšek, J. (1997):** Kvalita píce. ÚZPI, Praha. 227 s.
25. **Mikyska, F. (2008):** Kvalita objemných krmiv od roku 1997 do roku 2007. *Krmivářství*, 2/08: 46 – 48.
26. **Mikyska, F., Valenta, K. (2001):** Hodnocení objemných krmiv. In: Výkrm skotu a nové metody hodnocení konzervovaných krmiv. VÚCHS Rapotín, Pohořelice, 6. 7. 2007, s. 34 – 42.

- 27. Muck R. E.(1993):** The role of silage additives in making high quality silage. In: NRAES-67 Silage Production - from seed to animal. Proceedings from the national silage production conference. New York, p. 106 – 114.
- 28. Pötsch, E. M. und Resch, R. (2002):** Einfluss von Futteraufbereitung und Erntetechnik auf den Gärverlauf und die Silagequalität von Grünlandfutter. Alpenländischen Expertenforum „Zeitgemäße Futterkonservierung“, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Bericht zum 8: 11 – 15.
- 29. Pozdíšek, J. (2008):** Metodická příručka pro chovatele k výrobě konzervovaných krmiv (siláží) z víceletých pícnin a trvalých travních porostů. Karto tisk, s.r.o. Šumperk: VÚCHS Rápotín, 38 s.
- 30. Resch, R. (2007):** Futtermverschmutzung – Auswirkungen auf die Qualität von Grassilagen. Der Fortschrittliche Landwirt, Heft 7: 16-17.
- 31. Thomas, C. and Thomas P. C. (1985):** Factors affecting the nutritive value of grass silage. In: Haresign, W. and Cole, D. J. A. (Eds). Recent Advances in Animal Nutrition. Butterworths, London. p. 223 – 256.
- 32. Vanhatalo, A., Huhtanen, P., Toivonen, V. and Varvikko, T. (1999):** Response of dairy cows fed grass silage diets to abomasal infusions of histidine alone or in combinations with methionine and lysine. J. Dairy Sci. 82:2674 – 2685.
- 33. Weinberg, Z. G., Muck R. E. (1996):** New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. FEMS Microbiology Reviews, 19: 53 – 68.
- 34. Weissbach, F. and Honig, H. (1992):** Ein neuer Schlüssel zur Beurteilung der Gärqualität von Silagen auf Basis der chemischen Analyse. 104. VDLUFA-Kongress Göttingen, VDLUFA Schriftenreihe 35: 489 – 494.
- 35. Wilkinson, J. M. (1999):** Silage and health. In: Pauly, T. (Ed.), Proceedings of the 12th International Silage Conference on Silage Production in Relation to Animal Performance, Animal Health, Meat and Milk Quality. Uppsala, Sweden, p. 67 – 81.
- 36. Wilkinson, J. M. (2005):** Silage. Chapter 19: Analysis and clinical assessment of silage. Chalcombe Publications, UK. p. 198 – 208.
- 37. Woolford, M. K. (1984):** The Silage Fermentation. Microbiological Series, Marcel Dekker, Inc., New York and Basel. p. 14.

7. Přílohy

7.1 Příloha č. 1

Hodnocení kvality konzervovaných krmiv (Norma 2004)

Podstata hodnocení živinových ukazatelů (Tabulka č. 18)

U siláží nelze hodnotit pouze kvalitu fermentačního procesu, ale také i živiny, které se přímo vztahují k produkční účinnosti krmiv. Hodnocení vychází ze sušiny, vlákniny, dusíkatých látek. Technologická kázeň při výrobě siláže je hodnocena fermentačním procesem (hodnotí se smyslové posouzení, stupeň proteolýzy a obsah kyseliny máselné). Důvodem pro zavedení sušiny do hodnocení kvality u siláží je současný stav v technologii krmení. Velkou měrou se zavedly krmné míchací vozy se systémem krmení TMR, který vyžaduje, aby siláže měly optimální sušinu cca 35 %, a aby výsledná sušina míchanice se pohybovala u dojnic po otelení na úrovni cca 50 %.

Vláknina je nezbytnou součástí hodnocení kvality siláží (V tabulce živin jsou uvedeny dvě metody stanovení: Vlák.¹ - metoda podle Henneberga a Stohmanna a Vlák.² - metoda podle Scharrera a Kürschnera. Při hodnocení krmiva si laboratoř vybere sloupec podle metody, kterou používá). V příštích letech do hodnocení vlákniny bude kvalitativně vstupovat i ADF a NDF. Tyto parametry mají přímý vztah ke stravitelnosti organické hmoty a k celkovému příjmu krmiva.

Obsah dusíkatých látek v bílkovinných pícninách patří také k hlavním kvalitativním ukazatelům. Obsah NL v krmivu ovlivňuje cenu krmné dávky, protože při nedostatku dusíkatých látek se musí chybějící dusík doplnit do krmné dávky přes drahé bílkovinné koncentráty.

Hodnocení fermentačního procesu (Tabulka č. 19 – 23)

U fermentačního procesu se samostatně hodnotí smyslové posouzení siláží, které se musí hodnotit již při odběru vzorku na silážním žlabu.

Hodnocení smyslového posouzení siláží

Ze smyslového hodnocení může siláž získat 0 – 12 bodů.

Penalizaci provedeme, pokud součet bodů bude 6 a méně:

6 bodů – penalizace -5 bodů

4 body – penalizace -10 bodů

méně než 2 body – penalizace - 20 bodů

Pach (vůně).

- po původní hmotě, aromatický, nakyslý po ovoci.....6 bodů
- slabě po kyselině máselné, silně kyselý, štiplavý, silně karamelový....3 body
- fekální, hnilobný, zatuchlý, po plísních, silně po kys. máselné.....0 bodů

Barva.

- po původní hmotě, s nahnědlým odstínem.....3 body
- silně změněná, silně hnědá při vyšším obsahu sušiny.....1,5 bodu
- netypická v různých barevných odstínech až černá.....0 bodů

Struktura a konzistence.

- struktura hmoty zachovalá bez cizích příměsí.....3 body
- struktura hmoty narušená, konzistence mazlavá, slabé znečištění....1,5 bodu
- struktura rozrušená, silně znečištěná, plesnivá.....0 bodů

Hodnocení bílkovinných siláží podle stupně proteolýzy

U bílkovinných a polobílkovinných siláží se hodnotí stupeň proteolýzy, který vypočteme jako podíl dusíku amoniakálního z obsahu dusíku celkového. Počet bodů, které může siláž dostat za stupeň proteolýzy, je 13. Systém bodového hodnocení je zpracován zvlášť pro vojtěšku a pro ostatní bílkovinné siláže.

Tabulka č. 19 Vojtěškové siláže

% proteolýzy	Body	Penalizace za proteolýzu
Do 8,0	13	
8,01 – 9,0	11	
9,01 – 10,0	9	
10,01 – 11,0	6	
11,01 – 12,0	3	-5
12,01 – 13,0	0	-5

13,01 – 15,0	0	-10
15,01 – 20,0	0	-15
Nad 20,01	0	-20

Ostatní bílkovinné a polobílkovinné siláže, kde se počítá proteolýza (typ siláže 1 – 7, kromě vojtěškové z Tabulky č. 18). U siláží glycidových typ 8 – 10 a 14 – 16 se proteolýza neujišťuje a do výpočtu fermentační třídy se započítává plných 13 bodů.

Tabulka č. 20 Ostatní bílkovinné a polobílkovinné siláže

% proteolýzy	Body	Penalizace za proteolýzu
Do 7,0	13	
7,01 – 8,0	11	
8,01 – 9,0	9	
9,01 – 10,0	6	
10,01 – 11,0	4	
11,01 – 12,0	2	-5
12,01 – 13,0	0	-5
13,1 – 15,0	0	-10
15,01 – 20,0	0	-15
Nad 20,01	0	-20

Hodnocení kyseliny máselné

Hodnocení kyseliny máselné u bílkovinných a polobílkovinných siláží (typ siláže 1 – 13 z Tabulky č. 18). Při nulové hodnotě kyseliny máselné je možnost získat 5 bodů. Od obsahu 1,01 g kyseliny máselné se dostávají penalizační body od – 5 do – 20.

Tabulka č. 21 Hodnocení kyseliny máselné u bílkovinných a polobílkovinných siláží

Kyselina máselná v (g/kg)	Body	Penalizace za kyselinu máselnou
0,0 – 0,25	5	
0,25 – 1	3	
1,01 – 5,0	0	-5
5,1 – 10,0	0	-10
Nad 10,01	0	-20

Hodnocení kyseliny máselné u glycidových siláží (typ siláže 14 – 16 z Tabulky č. 18).

Při nulové hodnotě kyseliny máselné je možnost získat 5 bodů. Za obsah kyseliny máselné se dostávají penalizační body od -5 do -20.

Tabulka č. 22 Hodnocení kyseliny máselné u glycidových siláží

Kyselina máselná v (g/kg)	Body	Penalizace za kyselinu máselnou
0,0	5	
0,01 – 0,5	0	-5
0,51 – 1,0	0	-10
Nad 1,01	0	-20

Celkové hodnocení fermentačního procesu v bodech a zařazení do třídy fermentace.

Při hodnocení fermentačního procesu se sečtou dosažené body za smyslové hodnocení, stupeň proteolýzy a za kyselinu máselnou.

Podle dosažených bodů se přiřadí z tabulky č. 23 fermentační třída a vypočtené body se pak také budou podílet na celkovém hodnocení siláže.

Tabulka č. 23 Celkové body za fermentační proces a zařazení do třídy fermentace

Počet celkových bodů	Třída fermentace
26 – 30	I.
21 – 25	II.
16 – 20 nebo -5*	III.
11 – 15 nebo -10*	IV.
0 – 10 nebo -20*	V.

* Součet penalizací z fermentačního procesu

Systém hodnocení živinových ukazatelů v silážích (Tabulka č. 18)

Z laboratorního rozboru může získat siláž maximálně 100 bodů, z toho za sušinu 20 bodů, za vlákninu 30 bodů, za dusíkaté látky 20 bodů a za fermentační proces 30 bodů. Při nedodržení kvalitativních ukazatelů jsou pak podle tabulkových hodnot prováděny srážky v bodech. Systém bodového hodnocení krmiva se také dá uplatnit a při finančním ohodnocení krmiv. Získané body pak mohou sloužit jako procenta, kterými se vynásobí nákladová cena krmiva. Tak vznikne cena, která reálně odpovídá kvalitativní hodnotě krmiva.

Tabulka č.18 Normativní hodnoty sušiny, vlákniny a dusíkatých látek a srážky v bodech při nedodržení kvality siláže.

Parametr	Sušina g/kg max. 20 bodů				Vláknina g/kg max. 30 bodů			Dusíkaté látky g/kg max. 20 bodů***	
	Sušina min.	Srážka pod*	Sušina max.	Srážka pod*	Vlák. ¹ max.	Vlák. ² max.	Srážka nad*	NL min.	Srážka pod*
1.Travní	280	-0,3	450	-0,3	270	254	-0,5	140	-0,2
2.Jetelotravní	300	-0,3	450	-0,3	250	235	-0,5	160	-0,3

Pokud některý ukazatel bude nulový, pak bude penalizace -10.

Vláknina a dusíkaté látky jsou v tabulce vyjádřeny v (g) ve 100 % sušině.

*) Srážka v bodech je vždy za překročení parametru o 1 g/kg (pod nebo nad limitní mez).

**) Do skupiny číslo „12. Ostatní siláže“ se zařadí ty siláže, které svým charakterem neodpovídají již uvedeným silážím.

***) V laboratorním rozboru je v NL zahrnut i dusík z amoniaku, protože při předsušení siláže totiž dochází k uvolnění většiny NH₃. Z tohoto důvodu pak musí být přičten k celkovému NL podle následujících vzorců. Výpočet se provádí v původní hmotě:

- 1) Platí-li podmínka $OH \leq 4,2$ pak $NL \text{ z } NH_3 \text{ [g/kg]} = 0,83 * NH_3 * 14/17,03 * 6,25$
- 2) Platí-li podmínka $4,2 < OH \leq 4,5$ pak $NL \text{ z } NH_3 \text{ [g/kg]} = 0,85 * NH_3 * 14/17,03 * 6,25$
- 3) Platí-li podmínka $OH > 4,5$ pak $NL \text{ z } NH_3 \text{ [g/kg]} = 0,93 * NH_3 * 14/17,03 * 6,25$

V tabulce živin jsou uvedeny dvě metody na stanovení vlákniny. Při hodnocení krmiva si laboratoř vybere sloupec podle metody, kterou používá:

Vlák.¹ - metoda Henneberga a Stohmanna

Vlák.² - metoda Scharrera a Kürschnera

Dodatečné podmínky zařazení siláží do celkové třídy se slovním hodnocením

Výslednou třídu ještě mohou ovlivnit následující podmínky, které ji pak slovně hodnotí. Zařazená siláž může být bez komentáře (hodnoty siláže jsou v normativních rozmezích), nebo je zkrmitelná, podmíněčně zkrmitelná nebo je zdravotně závadná.

Zkrmitelná siláž – je siláž v celkové třídě III. A IV.

Podmínečně zkrmitelná siláž – stupeň proteolýzy je 15 – 20 %, nebo s tříd. fermentace V.

Zdravotně závadná siláž – platí podmínka: pokud dostane z fermentačního procesu penalizaci -20 a méně, je automaticky zařazena do celkové třídy IV.

Celkové hodnocení kvality siláže a zařazení do celkové třídy

Podle hodnocení laboratorního rozboru siláže se sečtou získané body za sušinu (0 až 20 bodů), za vlákninu (0 až 30 bodů), za dusíkaté látky (0 až 20 bodů) a za fermentační proces (0 až 30 bodů).

Podle tabulky č. 24 se přiřadí celková třída I. – IV. A slovní komentář Výborná až Neždařilá. V případě, že krmivo dostalo za hodnocení živin penalizaci -10, pak

automaticky sníží zařazení o jednu třídu. Podle 5. oddílu se pak ještě k celkovému hodnocení přiřadí i slovní hodnocení.

Tabulka č. 24 Zařazení do celkové třídy podle dosažených bodů

Celkový počet bodů	Celková třída	Kvalita
90 – 100	I.	Výborná
75 – 89	II.	Zdařilá
55 – 74	III.	Méně zdařilá
0 - 54	IV:	Nezdařilá

V laboratorním protokolu jsou v posledním oddíle vypsány všechny typy hodnocení s body (sušina, vláknina, a NL), které získaly, dále pak body za smyslové hodnocení, za % proteolýzy a zakyselenou máselnou. U volného amoniaku je také i přepočet na NL (g). Pokud kyselina máselná a proteolýza jsou penalizovány – 20 body, pak v protokolu jsou označeny vykřičníkem.

7.2 Příloha č. 2

Statistické porovnání u tří ukazatelů kvality siláží (k. mléčná, pH, stupeň proteolýzy).

Zjištěná data byla analyzována trial verzí programu statistica verze č. 9. Prostřednictvím jednofaktorové analýzy anova bylo zjišťováno, zda aditivní přípravky mají vliv na kvalitu siláže. Test byl prováděn pro 3 hlavní ukazatele, kterými byl obsah kyseliny mléčné, obsah stravitelného proteinu a pH. Výsledky byly vždy posuzovány při hladině významnosti α 0,05.

Statistické porovnání výsledků kyseliny mléčné:

Leveneův test (p-value = 0,584219) potvrdil, že získaná data mají při hladině významnosti α 0,05 srovnatelný rozptyl.

Výsledky analýzy rozptylu ukazují na rozdílné střední hodnoty (p-value = 0,005871).

LSD testem bylo zjištěno, že statisticky významně se lišily vzorky č. 2 (p-value = 0,005003) a č. 3 (p-value = 0,005032) od vzorku č. 1, tedy vzorky s aditivou

vykazovali statisticky odlišné hodnoty od vzorku bez aditiv. Vzorky č. 2 a č. 3 se od sebe statisticky významně nelišily, hodnota p-value byla 0,998200.

Tabulka č. 25 LSD test k. mléčné

	M= 37,767	M= 70,853	M= 70,833
	1	2	3
1		0,005003	0,005032
2	0,005003		0,998200
3	0,005032	0,998200	

Tyto výsledky ukazují na to, že přidavek silážních preparátů má významný vliv na obsah kyseliny mléčné. Vliv bakteriálních a bakteriálně enzymatických aditiv na obsah kyseliny mléčné se neliší.

Statistické porovnání výsledků pH:

Leveneovým testem se nepodařilo prokázat homoskedasticitu rozptylů (p-value=0,014600). Statisticky významně se lišil rozptyl vzorků bez aditiv.

Z tohoto důvodu byl proveden pouze párový test středních hodnot vzorků s aditivu. Ten prokázal (p-value = 0,127674), že rozdíl vlivu preparátů na hodnotu pH není statisticky významný.

Statistické porovnání výsledků stupně proteolýzy:

Leveneův test (p-value = 0,067280) potvrdil, že získaná data mají při hladině významnosti α 0,05 srovnatelný rozptyl.

Výsledky analýzy rozptylu ukazují, že střední hodnoty jsou taktéž srovnatelné (p-value= 0,000000).

LSD testem bylo zjištěno, že statisticky významně se lišily vzorky č. 2 (p-value = 0,000005) a č. 3 (p-value = 0,000000) od vzorku č. 1.

Tabulka č. 26 LSD test stupně proteolýzy

	M= 10,442	M= 7,4083	M= 6,8583
	1	2	3
1		0,000005	0,000000

2	0.000005		0,331924
3	0,000000	0,331924	

Vzorok s aditivou vykazovali statisticky odlišné hodnoty od vzorku bez aditiv. Vzorky č. 2 a č. 3 se od sebe statisticky významně nelišily. Hodnota p-value byla 0,331924. Tyto výsledky ukazují na to, že přidavek silážních preparátů má významný vliv na hodnotu stupně proteolýzy. Vliv bakteriálních a bakteriálně enzymatických aditiv na stupeň proteolýzy se neliší.

Prokázalo se, že aditiva mají významnější vliv na stupeň proteolýzy než na obsah kyseliny mléčné.

V tabulkách č. 27 – 29 jsou uvedeny statistické hodnoty průměrů, rozptylu a směrodatných odchylek u zkoumaných vzorků siláží bez a s použitím aditiv.

Tabulka č. 27 Základní statistiky siláží bez aditiv

	PRŮMĚR	GEOM. PRŮMĚR	ROZPTYL	SMĚRODATNÁ ODCHYLKA
NL (g/kg)	157,4917	156,8163	234,535	15,31455
T (g/kg)	35,4917	35,4104	6,097	2,46925
VI (g/kg)	280,6083	280,4297	109,052	10,44278
NDF(g/kg)	503,8750	503,2615	667,006	25,82645
ADF(g/kg)	333,2417	332,8072	311,161	17,63970
BNLV(g/kg)	427,3750	427,0981	257,06	16,03310
NEL(MJ/kg)	5,2000	5,1976	0,027	0,16514
Suš.p (g/kg)	387,9750	377,3507	1411,404	37,56866
K. MI (g/kg)	37,7667	31,7068	569,022	23,85419
K. O (g/kg)	14,7000	13,1651	54,931	7,41154
K. Má(g/kg)	3,0500		16,332	4,04126
pH	4,7583	4,7455	0,137	0,37040
St. Pro (%)	10,4417	10,3210	2,732	1,65280

Tabulka č. 28 Základní statistiky siláží s bakteriálními aditivy

	PRŮMĚR	GEOM. PRŮMĚR	ROZPTYL	SMĚRODATNÁ ODCHYLKA
NL (g/kg)	149,2917	148,6465	209,574	14,47666
T (g/kg)	33,0583	32,7414	22,295	4,7218
VI (g/kg)	276,4417	275,8994	330,643	18,18358
NDF (g/kg)	493,2000	492,3908	855,789	29,25387
ADF (g/kg)	335,3667	334,6329	543,162	23,30585
BNLV(g/kg)	442,7333	442,4600	260,464	16,13890
NEL (MJ/kg)	5,2500	5,2485	0,017	0,13143
Suš.p (g/kg)	365,633	364,4378	1864,370	43,17835
K. MI (g/kg)	70,8583	63,2519	982,908	31,35137
K. O (g/kg)	18,6417	17,4942	51,710	7,19096
K. Má	1,3667		4,317	2,07773
pH	4,2500	4,2444	0,054	0,2316
St. pro	7,4083	7,2908	1,832	1,35342

Tabulka č. 29 Základní statistiky siláží s bakteriálně enzymatickými aditivy

	PRŮMĚR	GEOM. PRŮMĚR	ROZPTYL	SMĚRODATNÁ ODCHYLKA
NL (g/kg)	145,25	143,0967	698,386	26,427
T (g/kg)	33,4667	33,1782	20,586	4,53719
VI (g/kg)	277,5	277,2744	132,062	11,49182
NDF(g/kg)	516,5	511,2744	7384,287	85,93188
ADF(g/kg)	343,4	342,8038	444,729	21,0886
BNLV(g/kg)	450,1167	449,5606	546,022	23,3671
NEL(MJ/kg)	5,2583	5,2562	0,024	0,15643
Suš.p (g/kg)	383,075	380,4060	2228,360	47,20551

K. MI (g/kg)	70,8333	66,6466	626,524	25,03047
K. O (g/kg)	19,3750	18,0496	62,909	7,93154
K. Má(g/kg)	0,2417		0,701	0,83716
pH	4,2333	4,2311	0,021	0,14355
St. Pro (%)	6,8583	6,7897	1,052	1,02554