

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ

Studijní program: N4103

Studijní obor: Zootechnika

Katedra: Genetiky, šlechtění a výživy zvířat

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Vliv aditivních látek na kvalitativní ukazatele
travních siláží**

Autor diplomové práce:
Bc. Petra Hanetšlégrová

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

2012

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Petra HANETŠLÉGROVÁ**
Osobní číslo: **Z10667**
Studijní program: **N4103 Zootechnika**
Studijní obor: **Zootechnika**
Název tématu: **Vliv aditivních látek na kvalitativní ukazatele travních siláží**
Zadávající katedra: **Katedra genetiky, šlechtění a výživy**

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

Cíl práce:

Vyhodnotit vliv aditivních látek na vybrané kvalitativní ukazatele u travních siláží.

V přehledu literatury shrňte m.j. současné poznatky o konzervaci krmiv silážováním, včetně použití aditivních konzervačních prostředků.

U zvoleného souboru krmiv budou vyhodnoceny vybrané ukazatele fermentační charakteristiky a výživné hodnoty.

Výsledky budou zpracovány do tabulek a grafů a vhodným způsobem vyhodnoceny.

Ukazatele výživné hodnoty siláží budou analyzovány dle uzančných metod ÚKZUZ. Zařazení do jakostních tříd bude provedeno podle normy " EKO-LAB Žamberk".

Diplomová práce bude řešena v rámci výzkumného záměru MSM 6007665806.

Rozsah grafických prací: dle úvahy
Rozsah pracovní zprávy: cca 50 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

Seznam odborné literatury:

Doležal, P. a kol.: Konzervace, skladování a úpravy objemných krmiv. Brno. AF MZLU, 2006, 247 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.


Vědecké a odborné časopisy

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

Datum zadání diplomové práce: 7. března 2011
Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2012


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.
děkan

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


prof. Ing. Jindřich Čítek, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 7. března 2011

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci na téma: „Vliv aditivních látek na kvalitativní ukazatele travních siláží“ vypracovala samostatně s použitím literatury 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 27.4.2012

Petra Hanetšlégrová

Děkuji vedoucímu doc. Ing. Františku Ládovi, CSc. za odborné i metodické vedení při zpracování diplomové práce.

Abstrakt

V této práci byl hodnocen vliv aditivních látek na kvalitativní ukazatele u travních siláží. Hodnotil se zejména obsah kyseliny mléčné, hodnota pH a stupeň proteolýzy. Sledované kvalitativní ukazatele byly sledovány na 36 vzorcích travních siláží z Jihočeského regionu. Vzorky siláží byly rozděleny do tří skupin. První skupina byla kontrolní, bez přídavku aditiv. Druhá skupina siláží byla ošetřena bakteriálními aditivami a poslední třetí skupina bakteriálně-enzymatickými aditivami. Kvalitativní hodnocení siláží do jakostních tříd bylo provedeno dle „Normy 2004“. U jednotlivých vzorků se hodnotila kvalita fermentačního procesu a obsah živin. Statistiky významné rozdíly ($p < 0,05$) byly zjištěny u obsahu kyseliny mléčné, pH a stupně proteolýzy mezi skupinou siláží bez aditiv a skupinou siláží ošetřených aditivami.

Klíčová slova: siláž, silážování, kvalita siláže, bakteriální aditiva, bakteriálně-enzymatická aditiva

Abstract

The main goal of this thesis was to evaluate the influence of additives on the qualitative indicators of grass silage. The evaluation concentrated in particular on lactic acid, pH and the degree of proteolysis. The selected qualitative indicators were monitored in 36 samples of grass silage from the region of South Bohemia. Silage samples were divided into three groups. The first group was a guide sample without any additives. The second group was treated with bacterial additives and the third group with bacteria-enzyme additives. Classification of silage samples was done according to "Norma 2004". Each sample was evaluated in terms of quality of fermentation and the content of nutrients. Statistically significant differences ($p < 0.05$) were found in the content of lactic acid, pH and the degree of proteolysis between the group of silages without additives and the group treated with silage additives.

Key words: silage, ensiling, silage quality, bacterial additives, bacteria-enzyme additives

Obsah

1. Úvod a cíl práce.....	10
2. Literární přehled.....	11
2.1 Současné trendy v silážování krmiv.....	11
2.2 Proces silážování.....	13
2.3 Mikroorganismy v procesu silážování.....	16
2.3.1 Bakterie mléčného kvašení.....	16
2.3.2 Nežádoucí mikroorganismy.....	17
2.3.3 Škodlivé mikroorganismy.....	18
2.3.4 Epifytní mikroflóra.....	19
2.4 Fermentační proces.....	19
2.4.1 Respirační fáze a proteolýza.....	20
2.4.2 Hlavní fermentační fáze.....	22
2.4.3 Aerobní stabilita siláže (stabilizační fáze a odběr siláže).....	23
2.5 Silážní aditiva.....	24
2.5.1 Biologická aditiva.....	25
2.5.1.1 Mikrobiální aditiva (inokulanty).....	25
2.5.1.2 Enzymatická aditiva.....	27
2.5.1.3 Kombinovaná aditiva.....	28
2.5.2 Chemická aditiva.....	29
2.5.3 Doplnkové aditivní látky.....	31
2.5.4 Vliv aditiv na výslednou kvalitu siláží.....	32
2.6 Výživná hodnota siláží.....	32
2.7 Hodnocení kvality siláží.....	34
3. Materiál a metodika.....	39
4. Výsledky a diskuze.....	41
4.1 Statistické vyhodnocení zpracovaných vzorků.....	47
5. Závěr.....	49
6. Použitá literatura.....	50
7. Přílohy.....	53
7.1 Zkratky používané v DP.....	53
7.2 Statistické ukazatele zkoumaných vzorků siláží.....	53

7.2.1	Statistické vyhodnocení obsahu kyseliny mléčné ve zkoumaných vzorcích siláží.....	56
7.2.2	Statistické vyhodnocení hodnoty pH ve zkoumaných vzorcích siláží.....	57
7.2.3	Statistické vyhodnocení stupně proteolýzy ve zkoumaných vzorcích siláží.....	58

1. Úvod a cíl práce

Konzervování objemných krmiv silážováním je jeden z nejpoužívanějších způsobů, jak uchovat nutriční hodnotu krmiva a jeho dietetické vlastnosti. Obsah živin a energie se v čerstvé hmotě rychle mění. Množí se nežádoucí a škodlivé bakterie, které krmivo postupně rozkládají. Vznikají tak velké ztráty živin a energie a krmivo se stává nevhodným pro krmení a dokonce i zdraví škodlivým. Konzervace je jedním ze způsobů jak tento přirozený proces v rostlinné hmotě co nejvíce oddálit a živiny uchovat. Výroba kvalitních objemných krmiv je předpokladem pro vysokou produkci a rentabilitu chovu.

Dnes jsou kladeny vysoké nároky na užitečnost zvířat a kvalitu jejich produktů. Taková zvířata mají velké požadavky na nutriční a dietetickou hodnotu krmiva. Proto je nutné předkládat zvířatům kvalitní krmiva, ze kterých získají dostatek stravitelných živin a energie a která jsou zdravotně nezávadná. Jen zdravé zvíře může mít vysokou užitečnost a produkovat kvalitní produkty. Siláž je krmivo, ve kterém neustále probíhají mikrobiální procesy. Kvalita těchto procesů ovlivňuje kvalitu celé siláže. Při sklizni, konzervaci a skladování objemných krmiv je potřeba zvolit takový technologický postup, který minimalizuje ztráty a uchovává živiny. Při nevhodném managementu procesu silážování se mohou pomnožit nežádoucí a škodlivé bakterie, jako například klostridie, listerie apod. Tyto organismy vytvářejí produkty, které mění prostředí siláže, zvyšuje se pH, siláž ztrácí aerobní stabilitu. Takové prostředí je vhodné pro rozvoj kvasinek a plísní. Plísně produkují mykotoxiny, které jsou pro zvířata i člověka jedovaté. Proto je velmi důležité dbát na kvalitu celého procesu konzervace objemných krmiv. Jen tak je možné vyrábět kvalitní potraviny a uspět v dnešní náročné době.

Aditivní látky používané při silážování mohou významně ovlivňovat konzervaci objemných krmiv.

Cílem této práce je vyhodnotit vliv aditivních látek na vybrané kvalitativní ukazatele u travních siláží.

2. Literární přehled

2.1 Současné trendy v silážování krmiv

Silážovaná a senážovaná zelená píce je dnes hlavním krmivem pro přežvýkavce jak v Evropě, tak v Severní Americe. Hlavním cílem silážování je konzervace zelené píce při současném udržení poměrně vysoké vlhkosti. Siláže jsou používány především jako náhrada pastvy v zimních měsících, avšak je možné i celoroční podávání (RADA a VLKOVÁ, 2010).

Tímto způsobem se konzervuje více než 75 % objemných krmiv. Tato metoda umožňuje konzervovat sklizené plodiny ve šťavnatém nebo zavadlém stavu při obsahu sušiny od 22 do 50 %. Požadovaný obsah sušiny závisí na druhu pícniny, počasí a také na použitém aditivu (DOLEŽAL et al., 2010).

Silážní inokulanty klasicky používají homofermentativní bakterie mléčného kvašení (BMK), hlavním cílem je rychlé a důkladné primární kvašení – produkce kyseliny mléčné. V poslední době se stále více používají také heterofermentativní BMK, které kromě kyseliny mléčné produkují také kyselinu octovou, která zvyšuje aerobní stabilitu siláže (RADA a VLKOVÁ, 2010).

MIKYSKA (2011) poukazuje na to, že vliv Evropské unie a současná ekonomická situace má a bude mít na výrobu a ekonomiku zemědělství stále větší negativní dopad. Prosadit se v konkurenčním boji, který nemá stejná pravidla, jak dotační, tak i rozdílnou strategii v soběstačnosti výroby potravin, bude stále složitější. Náklady na výrobu mléka budou neustále stoupat, ale cena mléka bude klesat, především po zrušení kvót v produkci mléka. Tohoto opatření chtějí využít farmáři v západní Evropě a zvýšit produkci mléka o 20 – 50 %. Jedním ze způsobů jak zůstat i nadále konkurence schopní je zvýšení kvality objemných krmiv tak, aby se zvýšila jejich produkční účinnost.

Dle PÖTSCH et al. (2010) je pro farmy hospodařící na travních porostech a farmy s chovem mléčného skotu, které se snaží hospodařit s nízkými vstupy, nezbytné omezit podíl krmiv, která nepocházejí z vlastní produkce a optimalizovat kvalitu vlastních pícnin z luk a pastvin. PÖTSCH et al. (2010) dodávají, že v posledních letech se mechanizace používaná pro výrobu siláže výrazně zlepšila a rostoucí podíl farmářů využívá firmy poskytující kompletní mechanizaci pro silážování. V mnoha případech se kritickým bodem stává plnění silážních prostorů. Jeho rychlost je často příliš vysoká a nedochází k dostatečnému udusání silážovaného materiálu.

DAVIES (2010) uvádí, že problémem a výzvou, před níž odvětví chovu skotu dnes stojí, je zvyšování výroby zdravějších a bezpečnějších masných a mléčných výrobků na straně jedné a omezování celkového objemu emisí na straně druhé. Je třeba dále zvyšovat efektivitu výroby.

HUHTANEN (2010) poukazuje na to, že nejdražší složkou krmné dávky dojnic bývají bílkoviny. V průběhu posledních desetiletí se podstatně zvýšil zájem o emise dusíku z mléčných farem, a to jak o jejich únik ve formě odparu amoniakálního dusíku, tak také průniku nitrátů do spodních vod. Zkrmování velkých kvant doplňkových bílkovin bývá také spojeno se zvýšeným příjmem a vylučováním fosforu, neboť tyto proteinové doplňky obsahují více fosforu než zelená píče či obilniny. Optimalizace bílkovinné výživy zvířat je proto důležitá a žádoucí jak z hlediska ekonomického, tak i environmentálního.

Základním předpokladem optimalizace výroby mléka a minimalizace environmentálních emisí dusíku je podle HUHTANENA (2010) přesné a dokonalé hodnocení hodnoty krmného proteinu. Ideální systém hodnocení bílkovin by měl přesně kvantifikovat přísun metabolizovatelného proteinu (MP) ve formě mikrobiální bílkoviny a nerozložitelného proteinu krmiva (undegraded feed protein – RUP). Kromě toho by měl umožnit i stanovení rozložitelného proteinu krmiva (degraded feed protein – RDP) a MP (aminokyselin) u hostitelského zvířecího organismu. Přesné stanovení podílu dusíku obsaženého v exkrementech a v moči by bylo pro predikci environmentální zátěže a emisí dusíku velmi užitečné.

Je prokázáno, že jednotlivé druhy bakterií mléčného kvašení jsou pro hospodářská zvířata prospěšné a že také kompetitivně eliminují patogeny ze střev monogastrů (LA RAGIONE et al., 2004 – cituje DAVIES, 2010). DAVIES (2010) se zabývá otázkou, zda jsou silážní inokulanty schopny plnit stejnou funkci. Prvním úkolem v tomto směru je zajištění toho, aby inokulanty dobře přežily průchod bachorem. WEINBERG et al. (2003; 2004) – cituje DAVIES (2010) předpokládali, že by se inokulanty mohly vyznačovat probiotickými aktivitami a proto začali studovat možnosti jejich přežití při průchodu bachorem.

2.2 Proces silážování

První zmínky o silážování jsou přibližně 3000 let staré a pocházejí ze starého Řecka. Slovo „siláž“ pravděpodobně pochází z řeckého „siros“, z kterého pravděpodobně vzniklo „silo“ a následně „silage“, „siláž“ atd. Prvotně vyráběné siláže měly nepochybně řadu vad, problémy musely být zejména s adekvátním utěsněním, a proto bylo hlavním konzervačním postupem pro krmiva po dlouhou dobu, prakticky donedávna, sušení. Popularita siláže prudce vzrostla v posledních 50-60 letech (RADA, 2009).

Silážování je technologie konzervace krmiv založená na rychlém okyselení naskladněné, udusané a dobře nařezané hmoty za nepřístupu vzduchu. Siláže jsou kyselá (pH je podle obsahu sušiny 3,7 – 5,2) šťavnatá krmiva, která mají příjemně aromaticky vonět po původní hmotě. Výsledná výživná hodnota a kvalita siláží závisí na druhu a silážovatelnosti píce, na obsahu a složení sušiny a na dodržování zásad technologického postupu (DOLEŽAL et al., 2010).

Podle obsahu živin mohou být siláže bílkovinné, polobílkovinné či glycidové povahy. Vojtěškové, jetelové a travní bílkovinné siláže a senáže o sušině 26 – 35 % patří do skupiny bílkovinných krmiv, a tím i těžko silážovatelných. Pro úspěšnou konzervaci se musí nechat intenzivně zavadnout na vyšší obsah sušiny 35 – 45 %. Zvýšení obsahu sušiny silážované píce na hodnotu 35 – 45 % vede nejen k lepšímu fermentačnímu procesu, ale zvýší se i příjem sušiny a tím i užitkovost zvířat. Tyto silážované pícniny mají vysokou pufrační kapacitu, nízký obsah zkvasitelných sacharidů v 1 kg sušiny (5 až 12 %) a jsou proto těžce až obtížně silážovatelné. Představují hlavní a nejlevnější zdroj rostlinných bílkovin v krmných dávkách všech býložravců (ZEMAN et al., 2006).

Pícniny, které obsahují více zkvasitelných cukrů a nízkou tlumivou kapacitu, jsou lehce silážovatelné, konzervují se po přímé sklizni. Hlavním zástupcem je kukuřice. Pícniny s vyšším obsahem N látek – polobílkovinné pícniny (tráva, jetelotrávy) jsou středně silážovatelné. Bílkovinná píce – vojtěška, je těžce silážovatelná a proto je nutné u těchto druhů přistoupit ke konzervaci po předchozím zavadnutí. Zvýšením sušiny polobílkovinné píce se omezí činnost některých (nežádoucích) mikroorganismů, protože voda a živiny v rostlinných buňkách jsou pro ně nedostupné, nedokáží svým sacím napětím překonat sílu (osmotický tlak), poutající vodu a živiny v buňce (HUČKO, 2009).

Princip silážování je ve vytvoření podmínek pro rychlý rozvoj bakterií mléčného kvašení, které okyselí rostlinnou hmotu na potřebnou hodnotu pH. Tím se zároveň vytvářejí podmínky pro omezení činnosti některých nežádoucích mikroorganismů. Proces okyselení rostlinné hmoty lze podpořit přidávkem vhodných aditiv (POZDÍŠEK, 2009).

Vlastní silážovatelnost, tedy schopnost navození mléčného kvašení a minimalizaci ztrát organických živin, je dána skladbou organické hmoty. Jedná se o poměr zkvasitelných strukturálních polysacharidů k látkám pufrujícím (bílkovina a alkalické minerálie) (PŘIKRYL, 2010).

Silážovatelnost trávy závisí na jejích chemicko-fyzikálních vlastnostech, což jsou obsah sušiny, cukru, pufráční kapacita a obsah mikroorganismů na hmotě. Z posledně jmenovaných jsou bakterie mléčného kvašení velice důležité. Obsah cukrů pro silážování závisí na obsahu sušiny a pufráční kapacitě. Čím méně vody silážovaná hmota obsahuje, tím více se podporují bakterie mléčného kvašení a naopak nežádoucí bakterie jsou potlačeny. Rozhodující roli pro potřebu cukru hraje také pufráční kapacita (PK), tzn. vlastnost trávy působit proti okyselení (snížení pH). Tato pufráční kapacita je specifická podle druhu rostlin a úzce souvisí s obsahem bílkovin. Vojtěška a červený jetel mají přibližně dvojnásobně vyšší PK než silážní kukuřice a o jednu třetinu vyšší než trávy. Se stoupajícím hnojením dusíkatými hnojivy stoupá všeobecně PK, zatímco obsah cukru klesá. Následkem toho se silážovatelnost zhoršuje (PFLAUM, 2006).

Dle DAVIESE (2010) ovlivňují proces silážování tři skupiny faktorů. Prvním faktorem je druh silážované plodiny. Druhým faktorem je fermentační proces, který je ovlivňován kvalitou píce, obsahem sušiny v píci, bakteriemi a přidávkem aditiv. Management sklizně je třetím faktorem, na kterém závisí kvalita siláže. Zahrnuje sečení, naskladnění hmoty do silážního žlabu, udusání a vzduchotěsné zakrytí.

Silážní zralost travního porostu se pohybuje v období od metání až do začátku nalévání klásků hlavních druhů trav. Výnos kolísá v tomto stadiu zralosti mezi 2,5 až 3 t sušiny na hektar. Dle RIEDERA (1999) – cituje VELECHOVSKÁ (2007) po této zralosti denně přirůstají na hektar 0,3 t sušiny a klesá obsah dusíkatých látek o 0,4 až 0,6 % a vzrůstá obsah vlákniny o 0,45 %. Podle většiny autorů pokusů je optimální sklizeň z hlediska výnosu i kvality živin do poloviny května.

Řezáním a mačkáním se zvyšuje populace mikroflóry ve srovnání s populací pícnin nastojato. Dochází k pomnožení homo- a heterofermentativních bakterií mléčného kvašení na hodnotu převyšující jeden milion cfu/g silážovaného materiálu, což vede

k vytváření stále kyselejšího prostředí. Doba fermentačního procesu se tím výrazně zkrátí (DOLEŽAL et al., 2010).

Četnost i složení mikroorganismů se mění po průchodu píce řezačkou. Z poškozených buněk se uvolní zkvasitelné cukry, mikroflóra pomnožená na sklízecím zařízení řezačky masivně očkuje procházející píci. Důsledky mohou být někdy příznivé, jindy naopak. Při zavádání na pokose celkový počet mikroorganismů vzrůstá, při velmi rychlém zavádání však může dojít k poklesu. Stále však není dostatek poznatků, které by umožnily uvést obecné závěry, jak příznivé či nepříznivé podmínky zavádání ovlivní složení mikroflóry rostlinné hmoty ukládané do sila (KALACĚ, 2009).

POZDÍŠEK (2009) konstatuje, že čím rychleji se v píci s porušenou strukturou vytvoří anaerobní prostředí, tím více se omezuje aktivita rostlinných proteáz a rozvoj některých nežádoucích mikroorganismů, což je pro fermentační proces příznivé a biologická hodnota silážovaného krmiva bývá lépe a dlouhodoběji uchována.

VELECHOVSKÁ (2007) uvádí, že průběh ztrát je významně závislý na obsahu sušiny. Problémem je zvýšení podílu polních ztrát, které u vyšší sušiny mohou přesáhnout i 35 %. Dnes většina autorů doporučuje objem sušiny mezi 30 až 45 %. Zkrácení doby zavádání lze dosáhnout dodatečným vybavením sklizňové techniky, díky které je možné sklídit píci nejpozději následující den (vyšší sušina negativně ovlivňuje proces konzervace). Nezbytné je omezení ztrát odtokem šťáv a omezení polních ztrát.

Dle PŘIKRYLA (2010) délka řezanky úzce koresponduje s obsahem sušiny naskladňované píce. V úvahu je také třeba brát složení pícniny a pořadí seče. HUČKO (2009) uvádí, že čím je píce více narušena (krátká řezanka) tím intenzivněji probíhají biochemické přeměny. Pícniny z vyšším obsahem sušiny se hůře dusají. U sacharidových siláží a siláží drtí obilovin a luskovin by měla být řezanka 8 – 20 mm s narušeným zrnem. Při kratší řezance se získá siláž s nízkým podílem strukturální vlákniny, což může způsobovat metabolické poruchy u přežvýkavců. Zavadlá píce bílkovinných siláží má optimum kolem 10 – 40 mm, toleruje se 40 – 60 mm. Dobře udusaná kukuřičná siláž o sušině 30 % by měla mít objemovou hmotnost 600 kg/m^3 – 700 kg/m^3 . U bílkovinných siláží o sušině 45 % by měla být 350 – 450 kg/m^3 .

Pro vyrobení kvalitní siláže DAVIES (2010) doporučuje sekat porost v optimálním termínu a to žacíím strojem s kondicionéry, strniště ponechat dlouhé 6 – 10 cm a vyhnout se nízkému sečení, při kterém by mohlo dojít k znečištění hmoty zeminou. Posekanou hmotu doporučuje nechat zavadnout na více jak 25 % sušiny.

Posledním technologickým opatřením je celkové hermetické uzavření siláže. Dnes je běžné použití dvou vrstev plachet, stresové fólie, která je předpokladem anaerobity a těžké černé či černobílé plachty. Plachty mají řádně zatíženy, v praxi jsou nejvíce využívány pneumatiky (PŘIKRYL, 2010).

RADA a VLKOVÁ (2010) uvádí, že siláž můžeme dělit podle použité technologie, nejčastěji se používají silážní žlaby, což jsou betonové stavby o rozměrech např. 10 x 50 x 4 m (šířka x délka x výška), senáže se vyrábějí v úzkých a vysokých věžích. Silážovat (senážovat) lze také v balících, kde je konzervovaná hmota zpravidla nejprve okyselená a poté zabalena stresovou folií.

Obecně je plodina v silě konzervována díky dvěma faktorům: anaerobní prostředí a nízké pH. Anaerobní prostředí zamezuje růstu hnilobných mikroorganismů, které potřebují kyslík, a později inhibuje především škodlivé anaerobní mikroorganismy a aktivitu rostlinných enzymů. Po utěsnění sila je anaerobní prostředí obvykle vytvořeno rostlinným dýcháním, které spotřebovává kyslík, zatímco pH se sníží, protože bakterie mléčného kvašení v plodině fermentují cukry na kyselinu mléčnou. Tyto dva procesy samy o sobě nedávají dostatečnou představu o změnách existujících v plodině. Když je plodina umístěna do sila, jsou aktivní tři hlavní skupiny procesů: rostlinný, mikrobiální a chemický (MUCK, 1996).

2.3 Mikroorganismy v procesu silážování

2.3.1 Bakterie mléčného kvašení

Hlavními anaerobními mikroorganismy v siláži jsou bakterie mléčného kvašení (BMK). Tyto bakterie zahrnují čtyři rody: *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Enterococcus* a *Leuconostoc*. Jsou obvykle charakterizovány především tím, že fermentují cukry na kyselinu mléčnou a nejlépe rostou v anaerobních podmínkách. Jejich fermentace je nejdůležitějším mechanismem, kterým je snižováno pH sklizené hmoty a tím inhibovány škodlivé anaerobní bakterie (MUCK, 1996).

DOLEŽAL et al. (2010) dodává, že mléčné bakterie jsou fakultativní anaerobní mikroorganismy a proto je při silážování nezbytné jim co v nejkratší době zajistit podmínky bez přístupu vzduchu, aby se mohli rychle rozmnožit a potlačit tak konkurenční bakterie.

DOLEŽAL et al. (2010) dále uvádějí, že mléčné bakterie produkují nejvíce kyseliny mléčné a pro svůj růst potřebují dostatek pohotových sacharidů.

Druhy a kmeny BMK se dle MUCKA (1996) liší 1) v množství jejich produktů, ku příkladu kyselina octová a etanol, které jsou při růstu produkovány z různých cukrů, 2) v jejich toleranci na přítomnost kyslíku, a 3) v typech sloučenin, které budou fermentovat. Některé BMK budou fermentovat aminokyseliny na amoniak a aminy. Tradičně, BMK, které rostou pouze z cukrů a produkují pouze kyselinu mléčnou (homofermentativní), budou zvýhodněny, protože kyselina mléčná je silnější kyselina než kyselina octová a protože ztráty sušiny a energie jsou nižší než u produkce kyseliny octové a etanolu, protože k jejich produkci vede mnoho cest.

Většina bakterií mléčného kvašení je schopna přeměnit cukry rozpustné ve vodě z více než 85 % na kyselinu mléčnou; říká se jim homofermentativní. Bakterie, které přeměňují cukry rozpustné ve vodě na kyselinu mléčnou v množství nižším než 85 %, se nazývají heterofermentativní (LOUČKA et al., 1997).

2.3.2 Nežádoucí mikroorganismy

Mezi tyto bakterie patří enterobakterie, klostridie, bakterie octového kvašení a hnilobné bakterie.

Enterobakterie jsou aerobní bakterie, které přeměňují sacharidy na kyselinu octovou, plyny a alkoholy a způsobují tak značné ztráty. Jejich nežádoucí činnost lze omezit především rychlostí okyselování silážovaného materiálu (DOLEŽAL et al., 2010).

MUCK (1996) uvádí, že většina škodlivých anaerobních bakterií v silě jsou klostridie. Některé klostridie fermentují kyselinu mléčnou a cukry na kyselinu máselnou. Jiné fermentují aminokyseliny na amoniak a aminy. Mnoho z těchto fermentací vedou k významným ztrátám sušiny a energie. Také podporují nízký příjem siláží zvířaty (siláží s klostridiální fermentací). Klostridie jsou inhibovány nízkým pH. Typické siláže v USA mají vlhkost menší než 70 %, pH pod 5,0 obvykle inhibuje růst klostridií.

Klostridie jsou bakterie máselného kvašení. Pokud se dostanou vlivem nesprávné technologie sečení a zavádání ve větším počtu do silážované píce, vždy hrozí velké nebezpečí propuknutí sekundárních fermentací. Pod hodnotu pH 4,2 ztrácí sice klostridie svou aktivitu, ale nejsou umrtveny. Ve spoře přežívají nepříznivé období a

pokud dojde ke změně prostředí, pro ně výhodné, jsou okamžitě aktivovány a zahajují rozkladný proces vedoucí k totální degradaci silážované hmoty (PŘIKRYL, 2010).

ILLEK (2008) upozorňuje, že klostridie při masivním počtu vyvolávají v trávicím traktu zvířat zánětlivé reakce na sliznicích, produkují toxiny, které se snadno vstřebávají, narušují játra a ledviny i nervovou tkáň.

Dle DOLEŽALA et al. (2010) dochází činností hnilobných bakterií k úplnému rozkladu silážní biomasy a dekarboxylací aminokyselin vznikají toxické látky. Tyto bakterie se objevují u siláží s nízkým obsahem sušiny a při dlouhém zavadání. Vysokým škodám na silážích lze zabránit úpravou obsahu sušiny, dokonalým zakrytím sila a vhodným zatížením folie.

2.3.3 Škodlivé mikroorganismy

V této skupině jsou především kvasinky, plísně a *Listeria monocytogenes*.

ILLEK (2008) uvádí, že při dostatku kyslíku, vody a teplotě prostředí, dochází k rychlému množení kvasinek a narušení konzervované píče. Kvasinky s velkou intenzitou metabolizují kyselinu mléčnou a rozpustné zbytkové cukry. Produkují teplo, oxid uhličitý a vodu. Konzervovaná píče ztrácí energetickou hodnotu a dochází k poklesu sušiny siláže. Rozkladem kyseliny mléčné se mění pH silážované hmoty a vznikají tak vhodné podmínky pro rozmnožování bakterií a plísní.

DOLEŽAL et al. (2010) uvádějí, že plísně jsou aerobní organizmy, které potřebují k růstu a množení určitou koncentraci kyslíku. Vyšší výskyt je proto zaznamenán zpravidla v povrchových vrstvách siláže, nebo v nedokonale zakrytých, popř. u siláží v obalovaných balících, které mají menší hustotu a větší měrný povrch než tradiční siláže ve žlabech.

Mykotoxiny jsou všechny sekundární metabolity hub, u nichž je prokázána určitá úroveň toxicity, je tedy zřejmé, že hovoříme o skupině látek s velice různorodou chemickou strukturou, vlastnostmi i účinky. Velmi významnou skutečností je to, že většina mykotoxinů se vyznačuje relativně nízkou akutní toxicitou, zvláště pak v porovnání s mnohdy extrémní toxicitou chronickou projevující se např. imunosupresí, teratogenitou nebo karcinogenitou (MORAVCOVÁ a NEDĚLNÍK, 2007).

K hlavním opatřením dle DOLEŽALA et al. (2010) patří hodnota sušiny silážovatelného krmiva nad 35 %, kompletní technologické opatření během skladování

(prevence proti mikrobiologickému zahřívání), důkladné anaerobní prostředí, snížení hodnoty pH a kontrola vlastního průběhu fermentačního procesu a čistá silážovaná píče.

2.3.4 Epifytní mikroflóra

Při spontánním kvašení silážované hmoty se uplatní mikroorganismy, které jsou obsaženy v silážované píči. Tzv. epifytní mikroflóra, přítomná na rostlinách před pokosem, je tvořena především aerobními druhy, tj. zejména kvasinkami a plísněmi. Prachem se na povrch rostlin dostávají sporotvorné bakterie (zejména klostridie). Mléčných bakterií, z nichž jen některé snášejí vzdušný kyslík, je v této mikroflóře málo, vesměs jde o leukonostoky. Četnost i složení mikroflóry se liší zejména vlivem počasí, především teploty a vlhkosti. Zvýšená vlhkost vytváří vhodné podmínky především pro plísně (KALÁČ, 2009).

Složení přírodní epifytní mikroflóry na stojících rostlinách je velmi variabilní. Její složení je druhově specifické, odlišné dle podmínek, ve kterých se vyskytují. Součástí epifytní mikroflóry jsou i enterobakterie, kvasinky a plísně (DOLEŽAL et al., 2010).

Na rostlinách se nachází vhodné epifytní mikroorganismy v mnohem nižším počtu a méně vhodném zastoupení než dříve. To je podle POZDÍŠKA (2009) také hlavní důvod, proč se mnohem více než dříve přidávají do silážované hmoty biologické přípravky. Mají nahradit chybějící mikroorganismy a fermentační proces rychleji nastartovat žádoucím směrem.

Počty bakterií mléčného kvašení na stojících rostlinách jsou obecně nízké (10^1 až 10^2 /g píče), zatímco enterobakterie mohou být zastoupeny ve vyšších počtech. Pro usměrnění fermentačního procesu je nutné, aby z hlediska složení a obsahu přirozené mikroflóry a úspěšnosti silážního procesu co nejrychleji převládly bakterie mléčného kvašení a zaujaly dominantní postavení nad epifytní mikroflórou (DOLEŽAL et al., 2010).

2.4 Fermentační proces

Při fermentačním procesu vznikají organické kyseliny, z nichž je nejdůležitější kyselina mléčná. Tato silná organická kyselina tlumí rozvoj nežádoucích mikroorganismů a je nezbytná pro vytvoření kvalitní siláže v anaerobním prostředí (DOLEŽAL et al., 2010).

DOLEŽAL et al. (2010) uvádějí, že intenzita fermentačního procesu závisí na obsahu a složení sušiny, podílu vodorozpustných sacharidů, délce řezanky, intenzitě dusání, okolní teplotě a také přidavku silážního aditiva.

Klíčovou látkou pro ideální průběh fermentačních procesů v silážích je glukóza. Ta je za anaerobních podmínek působením rostlinných a mikrobiálních enzymů přeměňována na kyselinu mléčnou s meziproductem – kyselinu pyrohroznovou (LOUČKA et al., 1997).

Důležitým ukazatelem kvalitního či nekvalitního průběhu fermentace je u siláží z víceletých píceňin a trvalých travních porostů stupeň proteolýzy (POZDÍŠEK, 2009).

DOLEŽAL et al. (2010) rozdělují fermentační proces na čtyři fáze – aerobní, hlavní fermentační fázi, stabilizační a fáze zkrmování (odběru). V jednotlivých fázích kvašení se postupně mění i existenční podmínky pro jednotlivé skupiny organismů.

2.7.1 Respirační fáze a proteolýza

Rostlinný materiál je při silážování stále biologicky aktivní a mnoho rostlinných enzymů může ovlivňovat kvalitu píce. Existují zde tři kategorie rostlinné aktivity: dýchání, rozklad bílkovin (proteolýza) a rozklad hemicelulózy (MUCK, 1996).

Po naskladnění píceňin do silážního sila se spotřebovává kyslík a vzniká oxid uhličitý a voda – nastupuje respirace. Dochází také k hydrolytickému rozkladu vodorozpustných sacharidů a proteolýze. Aerobní mikroorganismy postupně zanikají a vytváří se anaerobní prostředí (DOLEŽAL et al., 2010).

Dýchání je proces, kterým rostliny získávají energii pro růst a udržení. Hlavními sloučeninami pro dýchání jsou cukry. Tento proces také potřebuje kyslík, produkuje oxid uhličitý, vodu a teplo. Dýchání rostlin je prospěšné tím, že odstraňuje kyslík ze sila a vzniká anaerobní prostředí. Nicméně, nadměrné dýchání je nežádoucí, protože snižuje obsah energie v siláži, to může vést k nadbytečnému ohřívání a nemusí se uvolnit dostatek cukru pro fermentaci bakteriemi mléčného kvašení. Takové problémy vznikají v praxi například při pomalém naplňování sila a nedostatečném utěsnění sila (MUCK, 1996).

Jakmile se poruší ochranné struktury rostlinných buněk, tedy jakmile se píce rozřeže, naláme nebo jiným způsobem mechanicky naruší, začíná se v důsledku úbytku vody v buňkách nejen zvyšovat její sušina, ale na uvolněný obsah poškozených buněk začnou působit rostlinné enzymy v podstatně větší míře než na neporušené buněčné

struktury. Čím rychleji se v píce s porušenou strukturou vytvoří anaerobní prostředí, tím více se omezuje aktivita rostlinných proteáz a rozvoj některých nežádoucích mikroorganismů (zkracuje se období proteolytických a respiračních biochemických reakcí), což je pro fermentační proces příznivé a biologická hodnota silážovaného krmiva bývá lépe a dlouhodoběji uchována (POZDÍŠEK et al., 2008).

Na začátku uvádání rostlin na poli jsou ještě určitý čas aktivní proteolytické enzymy samotného rostlinného pletiva. Následný proces uvádání, zejména působením tepla, má za následek zvyšování podílu nedegradovatelných bílkovin. Tento proces je v dobře usušeném a uskladněném seně ukončený. Při silážování vstupuje do konzervačního procesu fermentační mikroflóra, která více nebo méně naruší i bílkoviny, a tak zvýší podíl bílkovin degradovatelných v bachoru. Jedno z významných selekčních kritérií pro výběr mikroorganismů do silážních inokulantů je proto co nejnižší míra proteolytické aktivity během celého konzervačního procesu (MITRÍK a VAJDA, 2010).

MUCK (1996) uvádí, že aktivita proteázy je redukována nízkým pH (4,0). Nicméně, protože většina proteáz je aktivní prvních 48 hodin v síle, je regulace proteolýzy obtížná, pokud nepoužijeme kyseliny nebo chemická silážní aditiva.

DOLEŽAL et al. (2010) poukazují na to, že při mikrobiálním zahřátí na teplotu nad 30° C dochází již k nutričním ztrátám a při teplotě nad 40° C dochází k ireverzibilním změnám bílkovin a k velkým ztrátám energie. Pokud nedojde současně i k rychlému snížení hodnoty pH z původních 6 – 6,7 na 5,5 – 5,0 vzniká vhodné prostředí i pro klostridie, enterobakterie a další nežádoucí mikroorganismy.

Maillardovy reakce a kyselá hydrolýza hemicelulózy jsou dva chemické procesy, které mohou ovlivnit kvalitu siláže. Maillardovy reakce jsou často zmiňovány jako reakce hnědnutí. Cukry reagují s aminokyselinami, uvolňuje se teplo a vytváří se dlouhé molekuly, které jsou pomalu stravitelné. Rychlost této chemické reakce je pomalá a nemá výrazný vliv na kvalitu siláže, pokud je teplota pod 37,78° C. Nicméně, rychlost se zvyšuje s vyšší teplotou, a za těchto podmínek mohou Maillardovy reakce značně snižovat stravitelnost siláže. V extrémních podmínkách může teplo vydávané při tomto procesu zvednout teplotu siláže do určitého bodu, kdy suchá siláž začne v síle hořet (při vlhkosti nižší jak 40 %) (MUCK, 1996).

Kyselá hydrolýza hemicelulózy je pomalý chemický rozklad hemicelulózy v rostlinné buněčné stěně způsobený interakcí vodíkových iontů v siláži. Nižší pH, vyšší koncentrace vodíkových iontů a větší rychlost hydrolýzy. Nicméně, při normálním

pH siláže, jsou rychlosti pomalé a obsah NDF se sníží o méně než 0,5 % (MUCK, 1996).

Dle DOLEŽALA et al. (2010) je technologicky žádoucí, aby byla respirační fáze co nejkratší (několik hodin), neboť jinak dochází k neúměrně vysokým ztrátám energie a stravitelnosti organických živin.

2.7.2 Hlavní fermentační fáze

Pro tuto fázi je typické silné pomnožení populace bakterií mléčného kvašení (hlavně *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*), intenzivní tvorba kyseliny mléčné a rychlé vytváření anaerobiózy za současného poklesu hodnoty pH pod 5,5 (DOLEŽAL et al., 2010).

Bakterie mléčného kvašení (BMK) využívají ve vodě rozpustné uhlohydráty k produkci kyseliny mléčné. V závislosti na druhu plodiny se pH rostlinného materiálu může pohybovat v oblasti od asi 5 až 6, produkcí kyseliny mléčné se pH sníží na hodnotu 3,6 až 4,5. Rychlé snížení pH siláže pomůže omezit rozklad bílkovin v silu inaktivací rostlinné proteázy. Kromě toho rychlý pokles pH inhibuje růst nežádoucích anaerobních mikroorganismů, jako jsou enterobakterie a klostridie (KUNG, 2001).

DOLEŽAL et al. (2010) uvádějí, že v několika málo hodinách nastává lyze buněk, zpřístupnění buněčného obsahu a uvolnění rostlinných enzymů pro štěpení sacharidů a rozklad bílkovin. Uvolňuje se také šťáva u silážovaného materiálu s nižším obsahem sušiny a nastává útlum nežádoucí konkurenční mikroflóry s odlišnými životními požadavky, neboť BMK mohou fermentovat sacharidy i při nižší hodnotě pH.

Hlavní fáze kvašení trvá dle DOLEŽALA et al. (2010) průměrně jeden až tři týdny, v závislosti na obsahu sušiny a použití inokulantu či chemického přípravku k ošetření silážovaného materiálu. Po skončení hlavní fáze se hodnota pH pohybuje okolo 4 – 4,2 podle plodiny a primární proces je ukončen stejně jako bakterie mléčného kvašení, které postupně rovněž zanikají.

Cílem hlavní fermentační fáze je rychlé vytvoření stabilního kyselého prostředí s dostatečně nízkou hodnotou pH a vysokou koncentrací konzervující kyseliny mléčné, což zajistí bezpečnou inhibici růstu nežádoucí mikroflóry (DOLEŽAL et al., 2010).

2.7.3 Aerobní stabilita siláže (stabilizační fáze a odběr siláže)

V této fázi dochází k přebudování obsahu a poměru jednotlivých kvasných kyselin, zejména klesá podíl kyseliny mléčné a mění se její poměr ke kyselině octové (DOLEŽAL et al., 2010).

DOLEŽAL et al. (2010) poukazují na to, že rozsah aerobních ztrát v této fázi je ovlivněn především dokonalostí uzávěru sila. I při velmi nízké hodnotě pH, je – li přítomen reziduální vzduch, mohou přežívat kvasinky a plísňe, které mohou významně poškodit kvalitu siláže.

Cílem této fáze je dle DOLEŽALA et al. (2010) zajistit dobrou anaerobní a aerobní stabilitu siláže při odběru. V opačném případě dochází k silnému zahřívání, hnilobnému a hygienickému znehodnocení ještě nevyzrálé siláže.

DOLEŽAL et al. (2010) uvádějí, že během odběru siláže může docházet k největším ztrátám sušiny, organických živin a energie, pokud má vzduch masivní přístup k siláži. Oxidací rozpustných složek vzniká oxid uhličitý, voda a teplo. Zahřívání siláží je hlavním doprovodným jevem nízké stability siláže po otevření. Dochází k množení aerobních mikroorganismů, tvorbě toxinů, degradaci a snížení stravitelnosti organických živin.

Dle DOLEŽALA et al. (2010) je v praxi nezbytné odkrývat jen takové množství siláže, které se tentýž den odebere, zabránit zbytečnému provzdušnění siláže na stěně sila. Je nutné také odstraňovat poškozené vrstvy siláže.

Podstata skladování siláží je v udržení anaerobního prostředí po co nejdélší dobu. Jakmile se do siláže dostane vzduch s kyslíkem, začne se kazit. Aby byla zajištěna dobrá stabilita siláže, tedy aby se nezačala kazit příliš brzy a příliš intenzivně po otevření, je třeba vytvořit uvnitř siláže takové prostředí, které by aerobní stabilitu podporovalo. Předpokladem aerobní stability je vhodná sušina a určité pH, prokvašení optimálního množství dostupných cukrů (neplatí při použití chemických konzervantů a některých inokulantů), málo sporotvorných a jiných nežádoucích mikroorganismů a dokonalé anaerobní prostředí. Když se siláž otevře a začne krmit, je třeba ji odebírat pravidelně, ve větších vrstvách, postupně (POZDÍŠEK et al., 2008).

2.8 Silážní aditiva

Aditivy se rozumějí především přípravky přidávané do silážované píce s cílem příznivě ovlivnit průběh mléčného kvašení, případně zvýšit stabilitu získaných siláží vůči vzduchu či zlepšit jejich krmnou hodnotu (LOUČKA et al., 1997).

Mezi výhody použití silážních prostředků dle VELECHOVSKÉ (2007) patří zlepšení průběhu kvasných procesů, zlepšení předpokládaného příjmu krmiv, zlepšení stravitelnosti živin v konzervovaných krmivech, zlepšení aerobní stability siláží, využití krátkého zlepšení počasí, přizpůsobení termínu optimální sklizně, častější nástup sklizně a možnost lepšího plánování z hlediska zachování živin a jejich využití zvířaty.

Díky pestrosti sklízených pícnin, různých způsobů využití techniky i různých podmínek pro silážování v naší republice se na trh dostává stále více specializovaných konzervačních přípravků ovlivňující fermentační procesy v silážích nebo zajišťujících větší stabilitu siláží. Většina běžně používaných chemických přípravků je zaměřena na okyselení silážované hmoty, čím vytváří prostředí pro rozvoj BMK. Mezi chemickými přípravky se nyní prosazuje konzervace, při které se potlačují nežádoucí mikroorganismy, především plísně a kvasinky. I tím se vytváří vhodné prostředí pro rozvoj BMK (POZDÍŠEK et al., 2008).

Dle DOLEŽALA et al. (2010) je pro řízenou fermentaci nezbytné korigovat složení epifytní mikroflóry přidávkem silážních aditiv, ať již stimulační (inokulanty) nebo inhibiční povahy (chemické prostředky), které podpoří rozvoj žádoucí silážní mikroflóry. Přidáváním vybraných kultur bakterií mléčného kvašení zvyšujeme koncentraci cfu BMK na úkor konkurenčních mikroorganismů. Pro úspěšný fermentační proces a kvalitní siláž je zapotřebí dodržení technologických požadavků.

Aplikací silážních aditiv se sleduje nejen usměrnění fermentačního procesu, zlepšení krmné hodnoty, ale také má pomoci ke snížení výskytu tzv. „rizikových“ siláží, tedy siláží s nižším obsahem sušiny, hůře silážovatelných, s nízkým obsahem cukrů, vysokým obsahem proteinu a dalších bazických látek. Přidávkem vhodného konzervačního aditiva se snažíme dosáhnout lepší koncentrace živin, snížení ztrát kvasným procesem, lepší stravitelnosti a zlepšení následného příjmu (KULOVANÁ, 2001).

Při rozhodování o použití aditiva je třeba brát v úvahu, že silážování je komplex interakcí různých biochemických a mikrobiálních procesů, ovlivňovaných velkým množstvím faktorů, které jsou navíc vzájemně provázané (POZDÍŠEK et al., 2008).

Aditiva by neměla nahrazovat nedostatky ve zvolených technologiích silážování, ale měla by sloužit k přípravě vysoce kvalitních krmiv určených pro vysokoužitková zvířata (LOUČKA et al., 1997).

Maximální produkční účinnost objemných krmiv je důležitou základnou pro vysokou užitkovost dojnic a podstatnou měrou se podílí na zachování obsahových složek mléka, které značně ovlivňují jeho realizační cenu. Základním předpokladem k zajištění kvalitního krmení je v první řadě dodržení správné technologie výroby krmiv a teprve pak až použití vhodné biologické aditivum nebo chemický konzervant pro uchování stravitelných živin v siláži (MIKYSKA, 2011b).

2.8.1 Biologická aditiva

Mezi biologická aditiva patří mikrobiální aditiva, enzymatická aditiva, bakteriofágy a kombinovaná biologická aditiva.

2.8.1.1 Mikrobiální aditiva (inokulanty)

LOUČKA et al. (1997) uvádějí, že mikrobiálním aditivům se též říká bakteriální či probiotická, nebo také inokulanty. Téměř ve všech mikrobiálních aditivech bývají zastoupeny fakultativně anaerobní bakterie rodu *Lactobacillus*. Jsou to grampozitivní nesporulující tyčinky, které přeměňují jednoduché cukry především na kyselinu mléčnou, oxid uhličitý a vodu. Vznikají i další produkty, například peroxid vodíku, který je baktericidní. Kyselina mléčná je poměrně silnou karboxylovou kyselinou, která dokáže snížit hodnotu pH silážované rostlinné hmoty, čímž potlačí jednak rozvoj nežádoucích skupin bakterií (především másečných a hnilobných) a jednak sníží aktivitu rostlinných proteolytických enzymů.

DAVIS (2010) uvádí, že princip očkování siláží kulturami mikroorganismů produkujících kyselinu mléčnou je rozsáhle využíván již více než sto let. Tento proces byl poprvé použit při konzervaci řepných skrojků (WATCH a NASH, 1960 – cituje DAVIS, 2010).

Hlavním cílem inokulantů je konzervační činnost – produkce organických kyselin. Nicméně mají i prokázané pozitivní účinky na zdraví zvířat. Mezi další efekty silážních inokulantů patří možné vlivy na nutriční hodnotu a stravitelnost siláže (RADA a VLKOVÁ, 2010).

Do bakteriálních aditiv někdy bývají zařazovány různé kmeny jednoho druhu bakterií. Rozdílné kmeny bakterií totiž mohou odlišným způsobem využívat různé typy jednoduchých cukrů. Širší spektrum pečlivě vybraných druhů a kmenů bakterií většinou může zefektivnit konverzi cukrů na kyselinu mléčnou (LOUČKA et al., 1997).

Některými těmi více běžnými homofermentativními bakteriemi používaných v silážních inokulantech jsou *Lactobacillus plantarum*, *L. acidophilus*, *Pediococcus acidilactici*, *P. pentacaceus* a *Enterococcus faecium*. Mikrobiální inokulanty obsahují jednu nebo více z těchto bakterií, které byly vybrány pro svou schopnost ovládnout kvašení. Důvod pro použití více organismů pochází z potenciálních synergických akcí. Například u bakterií *Enterococcus* je tempo růstu rychlejší. Některé kmeny *Pediococcus* jsou více tolerantní k vysoké sušině než *Lactobacillus* a mají širší rozsah optimální teploty a hodnoty pH pro růst (KUNG, 2001).

Jako silážní inokulanty se používají především bakterie mléčného kvašení. Původně byly tyto organismy selektovány z epifytní mikroflóry, později také z jiných zdrojů, jako jsou sýry a batorová mikroflóra. Z homofermentativních BMK se používají hlavně *L. plantarum*, *E. faecium*, z heterofermentativních BMK hlavně *L. buchneri* a *L. fermentum* (RADA a VLKOVÁ, 2010).

Podle MUCKA (1996) je nejvíce běžným druhem BMK v inokulantech *Lactobacillus plantarum*. Nicméně dodává, že mnoho inokulantů obsahují více než jeden druh nebo mohou obsahovat několik kmenů téhož druhu. Dalšími běžnými druhy jsou *Enterococcus faecium*, různé druhy *Pediococcus* a další druhy *Lactobacillus*. Více kmenů v inokulantu není nezbytné, ale může být prospěšné v několika směrech. Často je v produktu obsaženo několik kmenů, které rostou lépe při různém pH, aby byla zaručena rychlá fermentace v rozmezí pH siláže (~ 6,0 – 4,0).

Důvody pro využití silážních inokulantů jsou podle DAVIESE (2010) vysoká proměnlivost počtů a druhového složení epifytních bakterií mléčného kvašení, hnilobné a patogenní bakterie přítomné v kejdě aplikované na louku, které přežívají a kontaminují siláž. Inokulace homofermentativními bakteriemi mléčného kvašení minimalizuje riziko nesprávné fermentace a může tak vést k vytvoření siláže o vysoké kvalitě.

Ve srovnání s nenaočkovanými silážemi, měly siláže ošetřené dostatečným počtem životaschopných homofermentativních BMK nižší pH, nižší obsah kyseliny octové, kyseliny máselné a amoniakálního dusíku a vyšší obsah kyseliny mléčné (KUNG, 2001).

Mikrobiální očkování má dle KUNGA (2001) obvykle malý nebo žádný vliv na obsah vlákniny v silážích, protože většina BMK mají malou nebo žádnou schopnost rozkládat stěny rostlinných buněk. Pokles obsahu vlákniny může být částečně způsoben kyselou hydrolýzou hemicelulózy.

Pro posouzení bakteriální složky aditiva dle LOUČKY et al. (1997) nestačí jen vědět, který druh či kmen je v aditivu zastoupen, ale i v jakém množství. Počet mikroorganismů je udáván v jednotkách CFU (colony forming unit, ukazatel počtu životaschopných bakterií) vztažených na gram substrátu.

Výhodou aplikovaných inokulantů je jejich přirozený charakter, nevňásíme tedy do siláže a obecněji do prostředí cizorodé látky. Za určitou nevýhodu je možné pokládat velmi intenzivní prokvašení přítomných cukrů. To může vést k výrobě silně kyselých siláží, které je třeba před zkrmováním neutralizovat. Do některých inokulantů jsou přidávány rovněž bakterie propionového kvašení (*Propionibacterium shermanii*, *P. jensenii*) s cílem vytvořit určité množství kyseliny propionové pro potlačení kvasinek a plísní (KALACĚ, 2009).

2.8.1.2 Enzymatická aditiva

Enzymy jsou specifické bílkoviny, které katalyzují průběh biologických reakcí. Svoji hydrolytickou činností způsobují rozklad složitých látek na jednodušší. Enzymy v silážních přípravcích rozkládají polysacharidy na jednoduché cukry, které jsou již pro bakterie dobře přístupné. Mezi nejvíce užívané patří enzymy s hydrolytickým účinkem jako je celulóza, hemicelulóza. Tyto enzymy štěpí celulózu a hemicelulózu přes různé meziprodukty až na jednoduché cukry. Užívají se především pro silážování středně a obtížně silážovatelných píceň (trávy, vojtěška, jetel, jetelotrávy, vojtěškotrávy) (TYROLOVÁ, 2007).

Nejužívanějšími hydrolytickými enzymy jsou dle LOUČKY et al. (1997) různé celulózy, hemicelulózy, xylanázy a glukosidázy. Tyto enzymy štěpí poly- a oligosacharidy až na monosacharidy, které jsou snadno využitelné bakteriemi mléčného kvašení.

Enzymy celulóza a hemicelulóza jsou v silážních aditivech běžně ve směsi s mikrobiálními očkovacími látkami. Existuje velmi málo silážních aditiv, pokud nějaká, která se skládají pouze z enzymů (KUNG, 2001).

LOUČKA et al. (1997) uvádějí, že nejpoužívanějším amylolytickým enzymem je α -amyláza, která štěpí škrob na směs dextrinů, maltózy a glukózy. Používá se v aditivech určených k silážování kukuřice v pokročilejším stádiu zralosti a při silážování produktů dělené sklizně kukuřice (LKS, CCM) nebo drtí obilovin a luskovin (GPS).

Pektinázy rozkládají pektinové látky a umožňují tak jejich využití bakteriemi mléčného kvašení. Pektinové látky jsou ve velké míře obsaženy například ve vyslazených cukrovarek řízcích (LOUČKA et al., 1997).

Do aditiv jsou dle LOUČKY et al. (1997) někdy zařazovány i proteinázy. Měly by usměrnit proteolýzu bílkovin v aerobní fázi fermentace a snížit tak uvolňování čpavku a některých dalších zapáchajících antinutričních látek (aminů).

Lipázy mohou přispět k rychlejšímu rozkladu některých lipidů 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 pícech, které se silážují, bývá obsah tuků velmi nízký (LOUČKA et al., 1997).

Součástí některých aditiv bývá oxidoredukční enzym glukózaoxidáza. Tento enzym způsobuje přeměnu glukózy na kyselinu glukonovou a peroxid vodíku. Kyselinu glukonovou následně BMK mění na kyselinu mléčnou, etanol, acetát a oxid uhličitý (TYROLOVÁ, 2007).

LOUČKA et al. (1997) uvádějí, že glukózaoxidáza s požadovanou aktivitou je ale velmi drahá a její zařazení do aditiva tedy znamená určité zvýšení nákladů na silážování. Dalším důvodem, proč není v aditivech hojně zastoupena, je fakt, že její účinek je závislý na dostatku čisté glukózy v substrátu.

2.8.1.3 Kombinovaná 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 (LOUČKA et al., 1997).

LOUČKA et al. (1997) konstatuje, že použití kombinovaných biologických aditiv má, přes jejich vyšší pořizovací cenu, stále větší oblibu. Rychlé navození správného (s převahou homofermentativního nad heterofermentativním) kvašení po jejich aplikaci totiž většinou vede ke snížení fermentačních ztrát (při vzniku kyseliny mléčné jsou ztráty energie fermentací 4 %, resp. kyseliny octové 15 %, kyseliny máselné 24 %).

Projeví se to také výrobou kvalitnějších siláží a následně pak zvýšenou užitkovostí a zdravím zvířat.

Směsné mikrobiálně-enzymatické preparáty jsou dle KULOVANÉ (2001) technologicky jistější, neboť dávají větší jistotu konzervačního úspěchu při silážování při nižším obsahu sušiny, či obsahu cukrů, než je nezbytné pro samotné inokulanty. Tato aditiva se podle složení enzymatické složky mohou používat jak při silážování částečně zavadlých bílkovinných píce (jeteloviny, trávy), tak silážní kukuřice, či produktů dělené sklizně kukuřice. Určující bude jednak skladba enzymů a jejich specifická aktivita, které garantují uvolnění dostupné energie z rostlinných složek (celulóza, hemicelulóza, škrob, pektiny, lipidy aj.), které za normálních podmínek nejsou bakteriemi mléčného kvašení využívány.

Pro úspěšný fermentační proces je důležitý obsah vodorozpustných cukrů v píci. Bakterie mléčného kvašení je využívají pro přeměnu na kyselinu mléčnou. Pokud je těchto cukrů nedostatek, dají se doplnit přídatkem melasy na silážovanou hmotu. Další možností je přídatkem enzymů do konzervačních přípravků (TYROLOVÁ, 2007).

2.8.2 Chemická aditiva

Především v severovýchodních evropských státech jsou velmi využívány chemické konzervanty. Počasí tam bývá nestálé a píče na pokose málokdy proschne na požadovanou sušinu. Chemické konzervanty mají tu výhodu, že ihned okyselí hmotu a potlačí nežádoucí mikroorganismy. Jsou sice finančně náročnější, ale jejich použití představuje jistotu, že hmota bude dobře a dlouhodobě zakonzervovaná (TYROLOVÁ, 2007).

Chemické konzervanty mají široké uplatnění, například při silážování plodin o nízké sušině. Výhodné jsou pro středně a obtížně silážovatelné pícniny, u kterých z důvodu nepříznivých podmínek nebyla možnost zavadnutí, dále pro konzervaci vlhkého, šrotovaného a mačkaného zrna. Potlačují nežádoucí bakterie, kvasinky a plísňe, zajišťují aerobní stabilitu siláže (TYROLOVÁ, 2007).

Mezi chemická aditiva zvyšující kyselost silážované hmoty patří dle LOUČKY et al. (1997) minerální kyseliny (sírová, solná, fosforečná) a organické kyseliny (mravenčí, propionová, octová).

Chemické preparáty obsahují hlavně kyselinu mravenčí, propionovou a jejich soli. Kyselina mravenčí konzervuje hmotu tím, že ji okyselí a potlačí nežádoucí skupiny

bakterií. Kvasinky a plísně však nepotlačuje. Největší antimykotickou aktivitu vykazuje kyselina propionová. Je slabší než kyselina mravenčí, ale redukuje plísně. Kyselina mravenčí se užívá především pro silážování objemných krmiv a kyselina propionová na krmiva jadrná (konzervace vlhkého zrna). Kyselina propionová zabraňuje rozvoji plísní a kvasinek také při vybírání otevřené siláže (TYROLOVÁ, 2007).

LOUČKA et al. (1997) upozorňují, že po aplikaci kyseliny sírové či solné se většinou potlačí i rozvoj bakterií mléčného kvašení a siláž pak bývá pro zvířata méně chutná. Proto je lze doporučit jen ve velmi nízkých dávkách. Manipulace s těmito kyselinami bývá také problematická až nebezpečná a proto se jako samostatné aditivum nepoužívají.

LOUČKA et al. (1997) poukazují na to, že kyselina fosforečná má nejen silné okyselující účinky, ale také má vysoký obsah fosforu, kterého bývá ve vhodné formě v krmných dávkách skotu nedostatek. Kyselina fosforečná se někdy používá při silážování brambor a vojtěšky.

Nevýhodou organických kyselin je dle LOUČKY et al. (1997) jejich silné působení na kov. Korozivní vlastnosti těchto kyselin jsou nyní v aditivech potlačovány přidáním různých antikoročních látek.

Z mastných kyselin s krátkým řetězcem má největší antimykotickou aktivitu kyselina propionová. Je účinná při snižování množství kvasinek a plísní, které jsou zodpovědné za zhoršení aerobní stability siláží (KUNG, 2001).

Účinnost kyseliny propionové a jejích solí úzce souvisí s jejich rozpustností ve vodě. Čím silnější pouto je mezi kyselinou a bází, tím méně je produkt rozpustný, a tím méně účinný v inhibici plísní. Nejvíce rozpustnou solí ve vodě je amonium-propionát (90%). Většina současných aditiv obsahující pufrující kyselinu propionovou a další složky (např. proti plísním, kyselina citronová, kyselina benzoová a kyselina sorbová) mají nízké doporučené dávkování (0,9 – 1,8 kg na tunu čerstvé píce). Toto nízké aplikované množství obvykle nemá vliv na fermentaci siláže, ale snižuje počet kvasinek, které způsobují aerobní kažení siláže a tím zvyšují její stabilitu (KUNG, 2001).

MIKYSKA (2011b) uvádí, že vhodnost použití chemických konzervantů se stále více ukazuje při vyšších sušinách, kdy nedokonalým vytěsněním vzduchu dochází k masivnímu proplesnivění velké vrstvy siláže. Významný podíl v použití chemických konzervantů, založených především na kyselině mravenčí a propionové, se osvědčil u mačkaného zrna obilnin, kukuřice nebo hrachu. Taktéž se začíná uplatňovat použití

směsí kyselin na silážní drtě hrachu, společně s probioticko-enzymatickými aditivami, doplněnými benzoanem sodným. Tyto varianty lze také úspěšně použít na povrchy jam pod plachtu nebo v případě přerušení silážování v nepříznivém počasí.

Do skupiny chemických aditiv patří i látky, které sterilují veškerou mikroflóru a tedy i mléčné bakterie. Tyto konzervační látky však již byly vývojově překonány a v některých zemích je jejich používání při konzervaci pícnin téměř nulové nebo dokonce zakázané (formaldehyd, dusitan) (LOUČKA et al., 1997).

LOUČKA et al. (1997) uvádějí, že sterilující účinky má i oxid uhličitý. Ten se v hojné míře vytváří při silážních procesech. Jeho hlavní účinek je v omezení dýchání jak rostlinných buněk, tak mikroorganismů. Proto by se měla pravidelně a důsledně kontrolovat vzduchotěsná izolace siláží a zamezit unikání oxidu uhličitého do ovzduší.

2.8.3 Doplnkové aditivní látky

Sacharidy dodávají bakteriím mléčného kvašení pohotovou energii ve formě lehce využitelných cukrů. Aplikují se buď přímo na silážovanou hmotu (melasa, obilní šroty), nebo jsou součástí biologických aditiv (sacharóza, dextrin, glukóza, instatní mléko, kukuřičný škrob, pšeničný škrob) (LOUČKA et al., 1997).

Absorbenty mají dle LOUČKY et al. (1997) za úkol zvýšit obsah sušiny silážované hmoty. Jako absorbenty se u nás občas používá řezaná nebo štípaná sláma, obilní šroty, plevy nebo různé odpady vzniklé při čištění obilního zrna. V zahraničí se lze setkat i s jinými, většinou komerčně vyráběnými přípravky. Jsou jimi sušené cukrovarské řízky, většinou melasované nebo obohacené nějakým zdrojem cukru, či louhované slaměné granule.

Syrovátku lze použít jako prostředek urychlující snížení pH silážované hmoty. Nelze ji však aplikovat na hmotu s nízkým obsahem sušiny píce, protože by mohlo dojít ke zvýšení odtoku silážních šťáv (LOUČKA et al., 1997).

LOUČKA et al. (1997) uvádějí, že suchý led se používá jen zřídka, protože jeho aplikace je velmi nákladná. Suchý led má za úkol hlavně snížit teplotu v horní vrstvě silážované píce.

V aditivech bývají i sušené kvasinky, vitamíny, stopové prvky, minerální látky a barviva. Jsou to látky se specifickými účinky, které by měly posílit účinnost bakterií v aditivu obsažených (LOUČKA et al., 1997).

Dle LOUČKY et al. (1997) v zásadě platí, že nelze kombinovat stimulatory s inhibitory mléčného kvašení. Biologické a okyselující látky však kombinovat lze, zvláště v nepříznivých podmínkách.

2.8.4 Vliv aditiv na výslednou kvalitu siláží

LOUČKA et al. (1997) uvádějí, že z hodnocení výsledků pokusů s použitím biologických aditiv za posledních deset let, které provedli WEINBERG a MUCK (1996) vyplývá, že u 65 % citovaných případů byl prokázán kladný vliv aditiva na hlavní ukazatele fermentace (pH a kyseliny mléčné), u 25 % případů vliv na lepší příjem siláže, u 30 % případů vliv na zlepšení stravitelnosti vlákniny, u 32 % případů na zvýšení produkce mléka a u 45 % případů kladný vliv na produkční účinnost siláže.

Používání aditiv dle LOUČKY et al. (1997) přispělo významnou měrou k tomu, že siláže jsou do krmných dávek skotu zařazovány ve větším množství a po delší dobu než dříve.

Silážní aditiva mají schopnost zvýšit nutriční hodnotu výsledného krmiva, zkvalitnit fermentační proces za současné minimalizace ztrát hmoty i živin během konzervace. Na kvalitě konzervovaného krmiva závisí také zdraví a dlouhověkost hospodářských zvířat (LÁD, 2006).

DAVIES (2010) uvádí, že jedním z důsledků rostoucí kvality siláží je to, že homofermentativní silážní inokulanty mohou mít negativní účinek na jejich aerobní stabilitu. Obecně se má za to, že správně konzervované a vysoce kvalitní siláže jsou náchylnější k degradaci než siláže neošetřené (WEINBERG et al., 1993 – cituje DAVIES, 2010) a to jak proto, že je v silážní jámě zakonzervováno více živin, tak také proto, že v nich je přítomno méně sekundárních metabolitů, které množení škodlivých mikroorganismů inhibují.

2.9 Výživná hodnota siláží

Siláž a senáž je zdrojem živin, zejména vlákniny, vitamínů, organických kyselin a dalších mikrobiálních metabolitů a také minerálních látek. Siláž je přirozeným zdrojem bakterií mléčného kvašení, z nichž řada může mít kromě technologických vlastností pro výrobu (konzervační vlastnosti) také příznivé účinky na zdravotní stav hospodářských zvířat, čímž naplňují definici probiotických bakterií (RADA a VLKOVÁ, 2010).

Dle ZEMANA et al. (2006) je výživná hodnota siláží ve srovnání s původní plodinou zpravidla nižší. Rozsah ztrát závisí na celé řadě technologicko-technických faktorů. Výsledná výživná hodnota a kvalita siláží závisí vedle druhu a silážovatelnosti píce také na obsahu a složení sušiny a dodržování zásad vlastního technologického postupu.

Výživná hodnota je dána koncentrací stravitelných živin a energie. Ovlivňuje ji i obsah biologicky účinných látek, tedy nejen vitamínů, enzymů a hormonů, ale i antinutričních látek. Příjem krmiva je ovlivňován jeho chutností a schopností naplnit zažívací trakt zvířete (POZDÍŠEK et al., 2008).

Kvalitu siláží ovlivňuje mnoho faktorů, a to v průběhu všech fází technologie výroby, skladování až po vlastní zařazení do směsné krmné dávky a zkrmování. Zásadní je i kvalita původní píce, protože ta rozhoduje o koncentraci živin i dietetických vlastnostech konzervovaného krmiva (ILLEK, 2008).

LOUČKA a kol. (1997) uvádějí, že ukazatele výživné hodnoty nám slouží k sestavení krmné dávky s vyváženým poměrem energie, živin, minerálních látek a stopových prvků.

Vedle potřebných koncentrací živin v sušině pícnin a z nich vyráběných krmiv (siláží) je pro efektivní využití živin v krmných dávkách, které jsou přijímány zvířaty, velmi významný poměr mezi energií a dusíkatými látkami. Úroveň bakteriální syntézy v batoru přežvýkavců souvisí s poměrem mezi sacharidy, resp. pohotovou energií a dusíkatými látkami v přijatých krmivech. Zvýšení množství mikrobiálních bílkovin přecházejících do tenkého střeva je možno dosáhnout optimalizací využití dusíku a energie v batoru. Rovnovážný stav mezi odbouráváním a syntézou v batoru je při obsahu dusíkatých látek na úrovni 13 % NL a 5,9 MJ NEL v 1 kg sušiny krmné dávky (POZDÍŠEK et al., 2008).

Primární funkcí bílkovin obsažených v krmivu je poskytnout přežvýkavcům absorbované aminokyseliny (AA) ve formě α -amino N. AA jsou často definovány i jako metabolizovaný protein (MP). U přežvýkavců je potřeba MP uspokojována ze dvou zdrojů, a to ve formě mikrobiální bílkoviny syntetizované v batoru a krmného proteinu, který vzniká při rozkladu batorových mikroorganismů (HUHTANEN, 2010).

POZDÍŠEK et al. (2008) uvádějí, že přežvýkavci nemohou využívat různé zdroje dusíku. Dusíkaté látky nebílkovinné povahy, například močovinu využívají prostřednictvím mikroorganismů žijících symbioticky v jejich předžaludcích. K tomu ale potřebují dostatek pohotové energie. Některé NL však nemohou využít ani

prostřednictvím mikroorganismů. Jedná se o ty, které jsou vázané v nerozpustných komplexech. Například tepelně poškozené NL, vyskytující se například v silážované hmotě, ke které měl přístup vzduch (charakteristická je tmavá barva s karamelovým aroma), nejsou pro organismus využitelné.

Sacharidy tvoří 50 – 80 % sušiny krmiv a jsou hlavním zdrojem energie pro přežvýkavce. Z hlediska výživy rozlišujeme dvě hlavní skupiny sacharidů. Jsou jednoduché sacharidy (cukry), zásobní sacharidy (škrob), které jsou hlavní součástí zrnin a strukturální sacharidy, neboli vlákninový komplex. Lignin, který je také součástí rostlin není pravým sacharidem, je téměř nestravitelný (POZDÍŠEK et al., 2008).

ZEMAN et al. (2006) konstatují, že optimální zastoupení sacharidů ve výživě zvířat je základním předpokladem pro dosažení požadované produkce, zachování zdraví zvířat, reprodukce i vysoké nutriční hodnoty vyráběných potravin.

Za strukturální krmivo považujeme objemná krmiva s určitým obsahem vláken, které vyvolávají u přežvýkavců intenzivní žvýkání a přežvykování. Pro nerušený průběh trávicích procesů u dojnic se za minimální příjem strukturované účinné vlákniny považuje 400 g na 100 kg živé hmotnosti a den (POZDÍŠEK et al., 2008).

U vysokoprodukčních dojnic tvoří 30 % sušiny krmné dávky NDF, která ze 75 – 80 % pochází z píce. NDF v krmné dávce se pohybuje kolem 50 %. Tato stravitelnost ovlivňuje následnou efektivitu výroby mléka. Každé navýšení stravitelnosti o 1 % má za následek navýšení užitkovosti o 0,25 kg mléka přepočítané na 4 % tučnost. Faktory ovlivňující stravitelnost NDF lze rozdělit do dvou skupin. Vliv rostlinného materiálu, tj, stupeň lignifikace pletiv, poměr listů a stonků, velikost částic atd. A na faktor pocházejícího z vlivu zvířete a stability jeho bacheru. Negativní vliv rostlinného materiálu můžeme omezit dodržováním agrotechnických zásad při výrobě objemných krmiv (HLAVÁČKOVÁ a KOSTKAN, 2010).

2.10 Hodnocení kvality siláží

Hodnocení kvality siláží se skládá z hodnocení fermentačního procesu a z celkového hodnocení, která zahrnuje i výživnou hodnotu siláže.

Zcela jistě nejlepším znakem kvalitní siláže je následná efektivní produkce mléka a dobré přírůstky živé váhy krmených zvířat. Protože však produkční užitkovost hospodářských zvířat je výsledkem mnoha dalších faktorů, je třeba kvalitu siláže

hodnotit pomocí buď organoleptických, nebo lépe rutinních laboratorních testů (RADA, 2009).

Podle WILKINSONA (2005) – cituje RADA (2009) mezi doporučené laboratorní analýzy patří stanovení sušiny, pH, kyselin a alkoholu, stanovení stravitelnosti a energetické hodnoty, proteinů a organoleptické hodnocení (barva, textura, vůně a chuť).

Pro krmnou hodnotu krmiva je velmi důležité složení dusíkatých látek. Degradční změny, které postihují tzv. „true protein“, tedy pravou bílkovinu, se nazývají proteolytické, samotný proces je označován jako proteolýza. Proteolýza začíná ihned po posekání zelených rostlin. Záleží proto na tom, jak rychle hmota zavadne, a také na tom, jak rychle a kvalitně se zakonzervuje (LOUČKA, 2008).

Bílkoviny jsou štěpeny rostlinnými i bakteriálními enzymy (proteázami) na peptidy, a ty dále na volné aminokyseliny. Uvolněné aminokyseliny mohou v siláži podlehnout dvěma typům rozkladu – deaminaci za vzniku čpavku a kyselin nebo dekarboxylaci za vzniku některého biogenního aminu a oxidu uhličitého. Čím je v siláži těchto produktů více, tím je siláž i její hodnocení horší (LOUČKA, 2008).

Dle LOUČKY (2008) je stupeň proteolýzy u bílkovinných a polobílkovinných siláží považován za jeden z nejdůležitějších ukazatelů kvality fermentačního procesu při silážování. Proteolýza je laboratorně zjišťována z obsahu konečného produktu deaminace (čpavkového dusíku) vzhledem k celkovému obsahu dusíku.

Důležitým ukazatelem kvalitního či nekvalitního průběhu fermentace je u siláží z víceletých píceň a trvalých travních porostů stupeň proteolýzy. Je charakterizován jako podíl amoniakálního dusíku z celkového dusíku (nebo jako poměr amoniaku a volných aminokyselin, zjištěných formulovou titrací) (POZDÍŠEK et al., 2008).

Stupeň rozkladu bílkovin vychází z celkového obsahu amoniakálního N ($\text{NH}_3\text{-N}$) z celkového obsahu N. Je důležitým údajem z dietetického pohledu, neboť udává stupeň rozkladu proteinu v silážích. Bílkovinné siláže s vysokou kvalitou kvasného procesu mají ve vazbě na obsah kyseliny máselné a amoniaku nízký stupeň rozkladu bílkovin, zpravidla menší než 10 % (5 - 7%). Naopak nekvalitní siláže mají podíl amoniaku z celkového N více než 15%, resp. 20 %. Takové siláže by neměly být ani zkrmovány, neboť mohou příčinou dysfunkcí bacheru (KULOVANÁ, 2001).

HUHTANEN (2010) uvádí, že celkový a stravitelný hrubý protein (CP, veškeré N-látky) má při hodnocení bílkovinné výživy přežvýkavců jen nepatrný význam, a to proto, že dietetický CP je ve formě absorbovaných aminokyselin vstřebáván jen částečně.

Metaanalýza produkce mléka provedená v pokusech HUHTANENA (2010) ukázala, že příjem metabolizovatelné energie (ME) a dokonce i sušiny (DM) umožňuje lepší predikci výnosu mléčné bílkoviny než N-látky anebo stravitelné N-látky, přičemž příjem metabolizovatelného proteinu (MP) byl lepším prediktorem produkce mléčné bílkoviny než příjem ME.

Hodnocením kvality objemných krmiv a porovnáváním jejich kvality se dle MIKYSKY (2011) zlepší technologická kázeň při výrobě a konzervaci objemných krmiv. Výsledkem pak bude krmivo s vysokou produkční účinností, které bude zdravotně nezávadné a to při nižší ekonomické nákladovosti na jednotku produkce.

V průběhu silážování jsou většinou sledovány hlavně změny týkající se hrubé vlákniny a energie, tedy produktů, které při těchto změnách vznikají – organických kyselin, jako je kyselina mléčná, octová, propionová a máselná. Ty jsou totiž ukazatelem způsobu a kvality kvašení, závislým na činnosti bakterií, především bakterií mléčného kvašení. Tyto ukazatele jsou zejména indikátorem stability siláže, tedy jak dlouho vydrží, než se začne kazit, a kolik energie ještě v krmivu zbude v době, kdy se dostane do batoru přežvýkavce (LOUČKA, 2008).

Kyselina mléčná je žádoucí, neboť vzniká fermentací cukrů bakteriemi mléčného kvašení a její obsah ovlivňuje aciditu siláží a tím i její stabilitu. Kvalitní siláže ze zavadlých píceňin o sušině 35 až 40 % dosahují 1,5 - 2 % této kyseliny v původní hmotě (15 - 20 g), kukuřičné siláže zpravidla více než 2 %. Inokulanty a biologická aditiva v silážích obecně zvyšují obsah této kvasné kyseliny, zatímco chemické konzervační prostředky v závislosti na obsahu sušiny působí spíše inhibičně. Důležitý je také procentuální podíl laktátu z celkových kvasných kyselin. U siláží vysoké kvality činí její podíl vždy více než 70%, zpravidla leží v rozmezí 75 – 80 % (KULOVANÁ, 2001).

Kyselina octová vzniká činností heterofermentativních bakterií a u kvalitních siláží ze zavadlých píceňin se zpravidla pohybuje v rozmezí 0,4 - 0,9 % (4 - 9 g/kg siláže), popř. tvoří 15 až 20% podíl z celkového obsahu kyselin. Vyšší obsah této kvasné kyseliny je nežádoucí, neboť zvyšuje v kombinaci s kyselinou mléčnou celkovou kyselost siláže. Na druhé straně siláže s vyšším obsahem acetátu jsou více aerobně stabilní. Vyšší obsah kyseliny octové vzniká při silážování píceňin s nižším obsahem sušiny (zpravidla pod 25 %, kdy podíl acetátu ze všech kyselin může být až 50%) (KULOVANÁ, 2001).

Kyselina máselná je nežádoucí produkt fermentačního procesu (má ketogenní charakter), jehož množství je u kvalitních siláží jen ve stopovém množství, méně než

0,1 % v 1 kg siláže. Vyšší nález kyseliny máselné je u siláží z víceletých píceň připravených při nízkém obsahu sušiny (pod 25 %), a nebo bez přídavku vhodných silážních aditiv. Vysoký obsah této kyseliny (butyrátu) je také diagnostikováno vlivem zvýšené činnosti klostridií (bakterií máselného kvašení) při silném znečištění (nad 13 % popelovin) a také při nízké koncentraci sušiny. U nekvalitních siláží může tato kyselina tvořit 10 i více procentní zastoupení ze sumy kyselin (KULOVANÁ, 2001).

Celkový obsah kvasných kyselin je dalším ukazatelem kvality fermentačního procesu siláží a jako předcházejí ukazatele souvisí s obsahem sušiny silážované hmoty a lehce rozpustných cukrů. I zde platí zásada, že s rostoucím obsahem sušiny silážované hmoty klesá množství kvasných kyselin. Přídavek biologických aditiv, tedy i inokulantů zvyšuje nejen produkci kyseliny mléčné, ale tím i celkových kyselin. Minimální obsah kyselin v silážích ze zavadlých píceň (senážích) by měl být cca 2,5% v 1 kg siláže, u kukuřičných siláží ještě více (KULOVANÁ, 2001).

Hodnota pH je základní údaj, který určuje zejména u glycidových píceň, stupeň prokvašení a tím i kvalitu a stabilitu siláží. Hodnota pH je v relaci s obsahem sušiny, neboť platí zásada, že s rostoucí sušinou klesá acidita, tedy zvyšuje se i hodnota pH. U zavadlých píceň o sušině 35 až 40 % by hodnota pH měla být pod 4,5. Pro siláže ze silně zavadlých píceň (sušina 45 - 50 %) je normální a typická i pro dobrou kvalitu hodnota pH 5.

LOUČKA a kol. (1997) poukazuje na to, že fermentační ukazatele nám dávají informaci jednak o ztrátách živin a energie fermentačním procesem, jednak o předpokládaných dietetických vlastnostech a chutnosti siláže. Množství uvolněných silážních tekutin signalizuje úbytek živin nejen odplavením, ale i nevhodným a ztrátovým průběhem fermentace. Jedním z nejdůležitějších kritérií pro posouzení kvality siláže je však její produkční účinnost.

MIKYSKA (2011) uvádí, že do popředí v hodnocení kvality, nejenom objemných, ale i jadrných krmiv, se začíná prosazovat systém hodnocení vlákniny (strukturálních sacharidů) pomocí ADF (acidodetergentní vlákniny) a NDF (neutrálně detergentní vlákniny). Nový systém hodnocení sacharidů umožňuje upřesnění kvality energie v krmných dávkách skotu.

MORAVCOVÁ a NEDĚLNÍK (2007) poukazují na to, že kvalitativní parametry (včetně mikrobiologických a mykotoxikologických rozborů) různých typů jadrných krmiv jsou pravidelně studovány a data z těchto rozborů jsou běžně dostupná. U objemných krmiv ale není zatím zcela obvyklé provádět analýzy na přítomnost

mykotoxinů, ačkoliv je nesporné, že právě tyto metabolity mohou působit rozsáhlé zdravotní i ekonomické problémy v chovu hospodářských zvířat. Výskyt vláknitých hub a jejich sekundárních toxických metabolitů (mykotoxinů) je významným faktorem podmiňujícím v mnoha případech horší výkon a zdravotní potíže dobytka.

Kromě chemických a mikrobiálních analýz, které se běžně používají pro hodnocení kvality objemných krmiv a siláží, může i hodnocení sensorických vlastností, jako je barva, textura a olfaktorické vlastnosti, poskytnout další cenné informace ohledně příjmu a chutnosti krmiva. Doposud v systému hodnocení objemných krmiv chybí vyhovující smyslové posouzení. To by podle PÖTSCHE et al. (2010) mohlo znamenat zajímavou výzvu.

ZEMAN et al. (2006) poukazují na to, že siláže představují 50 – 90 % sušiny v krmných dávkách skotu, a proto jejich kvalita ovlivňuje nejen užítkovost, zdravotní stav zvířat, reprodukci, ale také ekonomiku chovu.

Pro výrobu siláží platí zákon č. 91/1996 Sb., o krmivech, ve znění zákona č. 244/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Pro hodnocení siláží v ČR se nejvíce využívá norma 2004, kterou navrhli pracovníci AgroKonzulty a EkoLabu Žamberk. Normy pro hodnocení krmiv nejsou závazné. Zahraniční firmy, které u nás prodávají inokulanty a chemické konzervační přípravky, většinou využívají pro hodnocení účinnosti těchto přípravků systém DLG (Německo), UKASTA (Velká Británie) nebo INRA (Francie) (LOUČKA, 2010).

3. Materiál a metodika

Hodnocení vlivu aditivních látek na vybrané kvalitativní ukazatele bylo zkoumáno u travních siláží. Vzorky zavadlých travních siláží z první seče byly odebírány v provozních podmínkách Jihočeského regionu v období roku 2010 a 2011. Silážování bylo provedeno v nadzemních betonových silech. Délka řezanky 30 – 60 mm. Dávkování aditivních látek pro silážování bylo provedeno podle doporučení výrobce. Použitá konzervační aditiva jsou uvedeny v tabulkách č. 1 a č. 2. Vzorky siláží byly odebírány po uplynutí 70 dnů.

Analýza vzorků byla provedena podle metod „Laboratorní zkoušení krmiv“ a metodik „Zkoušení jakosti siláže“ ÚKZUZ Praha. Hodnota energie byla vypočtena dle SOMMER et al. (1994). Kyseliny v siláži byly stanoveny na izotachoforetickém analyzátoru IONOSEP 2001.

Kvalitativní hodnocení siláží do jakostních tříd bylo provedeno dle „Normy 2004“ (MIKYSKA a VALENTA, 2007). U jednotlivých vzorků se hodnotil fermentační proces a živiny. Hodnocení fermentačního procesu se skládalo ze smyslového posouzení siláží (pach/vůně, barva, struktura a konzistence), z hodnocení siláží podle stupně proteolýzy a podle obsahu kyseliny máselné. Každému vzorku siláže se přiřadily body podle hodnoceného parametru (smyslové posouzení, stupeň proteolýzy a obsah kyseliny máselné). Podle dosažených bodů se pak jednotlivé vzorky siláží zařadily do fermentační třídy. Při hodnocení živinového složení se u každého vzorku siláže zkoumal obsah sušiny, vlákniny a dusíkatých látek. Při celkovém hodnocení kvality siláže se sečetly získané body za živiny (sušina, vláknina, NL) a za fermentační proces a podle počtu bodů se pak každý vzorek siláže zařadil do příslušné celkové třídy.

Sledované kvalitativní ukazatele travních siláží byly sledovány na 36 vzorcích. Vzorky byly rozděleny do tří skupin po 12 kusech.

- Skupina bez použití aditivních látek (A0)
- Skupina ošetřená bakteriálními aditivami (BA)
- Skupina ošetřená bakteriálně enzymatickými aditivami (BE)

Experimentální data byla vyhodnocena v programech EXCEL a STATISICA 10.

Tabulka č. 1 Složení bakteriálních přípravků

Přípravek	Druhy (kmeny) bakterií a jejich min. množství v přípravku (CFU/g)	Ostatní složky
1	<i>L. paracasei</i> (DSM 16245) <i>L. lactis</i> (NCIMB 30160) <i>P. acidilactici</i> (DSM 16243)	R: 1,25 x 10 ¹¹ R: sušená syrovátka
2	<i>L. plantarum</i> (CCM 3769) <i>L. casei</i> (CCM 3775) <i>E. faecium</i> (CCM 6226) <i>P. pentosaceus</i> (CCM 3770)	2 x 10 ¹⁰ sušená syrovátka, sacharóza, laktóza
3	<i>L. plantarum</i> (ATCC 53187) <i>E. faecium</i> (ATCC 5559) <i>L. buchneri</i> (ATCC PTA -2494)	1,10 x 10 ¹¹ maltodextrin, křemičitan sodnohlinitý, thiosíran sodný

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

Tabulka č. 2 Složení bakteriálně-enzymatických přípravků

Přípravek	Druhy (kmeny) bakterií a jejich minimální množství v přípravku (CFU/g)	Enzymy a jejich minimální aktivita v přípravku (nkat/g, nkat/ml)	Ostatní složky
4	<i>L. plantarum</i> (L 58), <i>E. faecium</i> (AP 34), <i>P. pentosaceus</i> (AP 35)	1,0 x 10 ¹¹ celuláza a hemiceluláza amyláza	dextróza
5	<i>L. plantarum</i> LSI (NCIMB30083), <i>L. plantarum</i> L256 (NCIMB30084), <i>P. acidilactici</i> 33-06 (NCIMB30086), <i>P. acidilactici</i> 33-11 (NCIMB30085)	10 ⁶ celuláza	43 000
6	<i>L. plantarum</i> , <i>E. faecium</i> , <i>P. acidilactici</i> , <i>L. salivarius</i>	1 x 10 ¹¹ celuláza, hemiceluláza, amyláza, pentoanáza	dextróza

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

4. Výsledky a diskuze

V tabulkách č. 3 – 9 jsou uvedeny laboratorní hodnoty zjištěné při analýzách zkoumaných vzorků travních siláží. Tabulky jsou rozděleny podle živin a charakteristik fermentačního procesu.

Tabulka č. 3 Obsah živin v travní siláži bez aditiv (v sušině)

Číslo vzorku	Živiny							Původní sušina g/kg
	NL g/kg	Tuk g/kg	Vláknina g/kg	ADF g/kg	NDF g/kg	BNLV g/kg	NEL MJ/kg	
1	154,0	35,7	263,5	319,4	498,3	393,9	5,33	371,2
2	141,2	34,9	302,4	352,1	527,6	415,3	5,30	446,8
3	147,6	36,1	244,7	323,5	493,7	401,7	5,30	352,0
4	142,5	38,4	274,8	386,0	499,0	429,7	5,03	362,1
5	148,3	35,1	266,2	350,5	565,4	394,9	5,18	350,4
6	142,6	30,0	304,7	389,2	549,0	434,6	5,27	408,5
7	119,0	36,8	270,3	372,6	533,1	363,7	5,15	394,2
8	150,0	28,5	290,8	389,0	572,3	394,6	5,37	480,0
9	153,7	34,9	311,4	392,4	582,6	424,1	5,07	354,5
10	137,1	33,4	227,0	343,2	533,3	390,1	5,00	310,9
11	164,4	34,8	293,7	408,4	556,9	409,7	5,46	391,0
12	151,3	31,2	298,5	375,6	566,8	400,0	5,37	310,1

Tabulka č. 4 Fermentační charakteristiky travní siláži bez aditiv

Číslo vzorku	Fermentační charakteristiky				
	Kyselina mléčná g/kg	Kyselina octová g/kg	Kyselina máselná g/kg	pH	Stupeň proteolýzy %
1	55,04	15,6	0	4,39	9,37
2	32,88	12,92	3,66	4,53	9,95
3	34,20	8,11	0	4,72	12,95
4	25,41	8,88	5,06	4,75	13,87
5	9,87	4,11	4,27	5,46	13,22
6	25,60	12,72	0	5,24	12,60
7	26,42	7,99	0	4,48	7,87
8	30,21	11,10	0	4,40	7,55
9	8,99	8,48	9,73	5,24	11,62
10	32,04	19,22	13,11	4,73	12,00
11	66,84	16,47	0	4,61	9,42
12	84,34	37,68	0	4,3	8,03

Tabulka č. 6 Obsah živin v travní siláži ošetřené bakteriálními aditivy (v sušině)

Číslo vzorku	Živiny							Původní sušina g/kg
	NL g/kg	Tuk g/kg	Vláknina g/kg	ADF g/kg	NDF g/kg	BNLV g/kg	NEL MJ/kg	
1	140	32,4	258,7	362,4	548,6	425,4	5,32	335,0
2	147,5	31,6	286,7	380,9	512,6	439,0	5,39	357,2
3	156,6	33,5	277,0	360,7	553,7	427,0	5,48	400,6
4	137,3	35,7	268,4	337,0	466,6	445,1	5,39	357,6
5	149,7	35,0	269,4	355,1	525,6	428,4	5,53	365,2
6	137,2	33,3	263,1	340,5	534,6	417,4	5,28	371,8
7	141,8	29,4	253,6	355,1	517,2	436,9	5,44	332,5
8	147,5	31,8	268,4	346,7	522,1	424,2	5,38	377,2
9	129,8	28,4	290,1	377,8	563,4	460,0	5,34	412,9
10	120,3	29,5	302,6	367,9	570,4	463,0	5,25	381,2
11	113,5	30,4	312,1	370,4	536,9	447,6	5,23	363,1
12	124,7	34,9	327,4	388,0	533,1	439,2	5,28	346,3

Tabulka č. 7 Fermentační charakteristiky travní siláži ošetřené bakteriálními aditivy

Číslo vzorku	Fermentační charakteristiky				
	Kyselina mléčná g/kg	Kyselina octová g/kg	Kyselina máselná g/kg	pH	Stupeň proteolýzy %
1	65,28	14,22	0	4,34	9,55
2	67,41	12,11	4,83	4,61	7,17
3	60,90	19,66	0	4,31	7,75
4	113,20	22,84	0	4,11	6,44
5	77,34	20,08	0	4,22	9,88
6	60,25	14,29	0	4,32	8,55
7	120,03	14,35	0	4,10	7,46
8	47,18	22,07	5,10	4,43	6,45
9	99,06	25,32	0	4,33	5,88
10	55,11	10,24	0	4,37	5,00
11	38,00	12,55	4,57	4,38	7,77
12	59,90	18,55	0	4,40	8,49

Tabulka č. 8 Obsah živin v travní siláži ošetřené bakteriálně-enzymatickými aditivy (v sušině)

Číslo vzorku	Živiny							Původní sušina g/kg
	NL g/kg	Tuk g/kg	Vláknina g/kg	ADF g/kg	NDF g/kg	BNLV g/kg	NEL MJ/kg	
1	119,5	33,7	315,4	350,2	535,3	398,9	5,19	432,1
2	130,2	35,6	316,3	377,5	536,2	434,5	5,20	357,4
3	159,3	32,0	290,0	363,3	530,1	432,2	5,59	311,8
4	112,4	27,8	297,1	356,6	499,0	430,0	5,16	437,2
5	115,3	36,5	267,9	363,7	561,8	419,8	5,58	354,1
6	100,3	32,8	297,6	377,5	548,2	476,3	5,18	389,4
7	154,4	38,1	263,6	348,7	521,2	427,0	5,41	351,3
8	112,5	31,1	290,8	349,8	533,1	463,4	5,32	315,6
9	109,7	27,8	305,0	384,1	526,6	443,7	5,10	446,8
10	154,6	35,5	306,7	365,1	522,9	416,8	5,41	300,7
11	168,2	35,4	251,3	321,1	482,0	400,0	5,22	334,5
12	173,2	33,3	290,5	369,7	518,3	413,8	5,41	335,2

Tabulka č. 9 Fermentační charakteristiky jednotlivých vzorků travní siláže ošetřené bakteriálně-enzymatickými aditivy

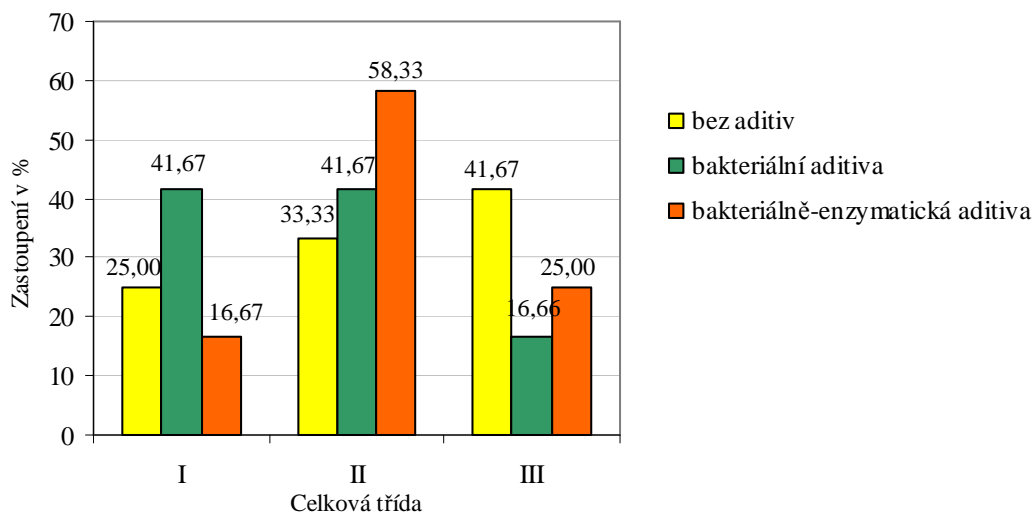
Číslo vzorku	Fermentační charakteristiky				
	Kyselina mléčná g/kg	Kyselina octová g/kg	Kyselina máselná g/kg	pH	Stupeň proteolýzy %
1	46,22	13,31	0	4,48	7,00
2	55,05	17,70	0	4,36	6,63
3	105,12	21,20	0	4,32	7,88
4	43,22	16,20	0	4,44	7,37
5	78,25	23,15	0	4,36	6,01
6	40,77	10,05	0	4,26	6,56
7	88,22	17,16	7,03	4,43	9,33
8	78,54	29,27	0	4,25	6,66
9	40,20	12,55	0	4,36	8,70
10	57,38	25,30	5,00	4,50	12,81
11	80,8	10,44	0	4,36	7,87
12	97,08	27,55	0	4,30	7,48

Tabulka č. 10 Zařazení jednotlivých vzorků siláže jakostních tříd podle MIKYSKY a VALENTY (2007)

Vzorek č.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bez aditiv													
Třída	Fermentační	I	III	I	II	IV	II	I	I	IV	IV	I	I
	Celková	I	III	I	II	III	III	II	III	III	II	II	I
Bakteriální aditiva													
Třída	Fermentační	I	II	I	I	III	I	I	II	I	I	II	I
	Celková	I	II	II	I	II	I	I	I	II	II	III	III
Bakteriálně-enzymatická aditiva													
Třída	Fermentační	I	I	I	I	I	I	III	I	II	III	I	I
	Celková	II	III	II	II	I	II	II	II	III	III	I	II

V tabulce č. 10 jsou uvedené jakostní třídy u jednotlivých skupin. Když porovnáme vzorky bez aditiv a vzorky, které byly ošetřeny silážním aditivem, zjistíme, že u většiny vzorků se třída zlepšila. Z toho můžeme usuzovat, že přidávání aditiv má pozitivní vliv na kvalitu siláže.

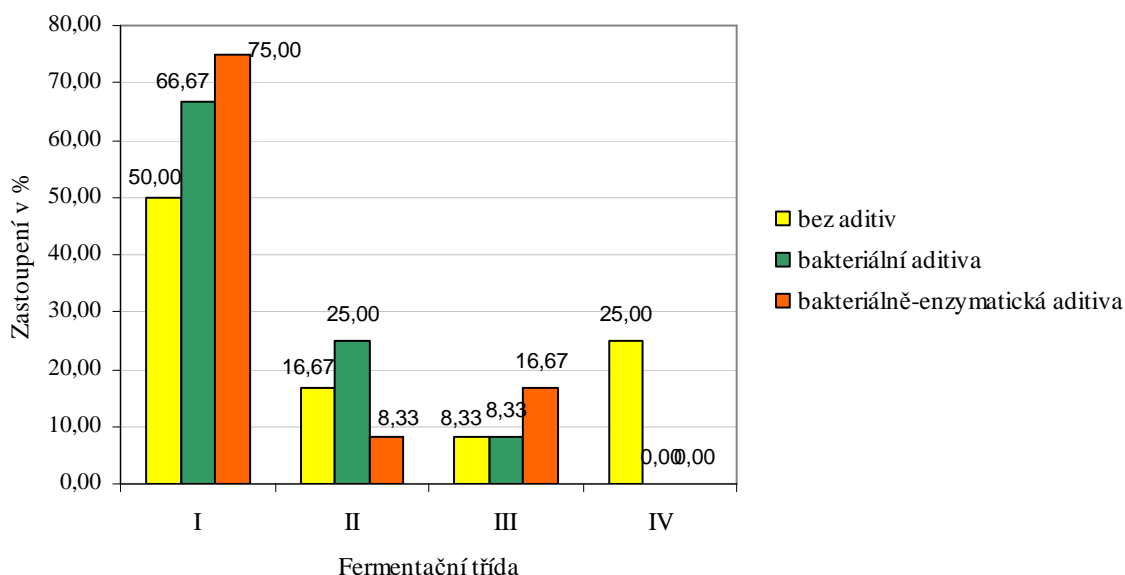
Graf č. 1 Procentické zastoupení celkové třídy u jednotlivých skupin



V grafu č. 1 můžeme vidět zastoupení jednotlivých skupin do celkových tříd. V I. třídě celkové jakosti měly největší zastoupení siláže ošetřené bakteriálními aditivy 41,67 %, následovaly siláže bez aditiv 25,00 % a nejméně byly zastoupeny siláže ošetřené bakteriálně-enzymatickým aditivem 16,67 %. Největší zastoupení ve II. třídě celkové jakosti měly bakteriálně-enzymatická aditiva s 58,33 %, dále pak bakteriální

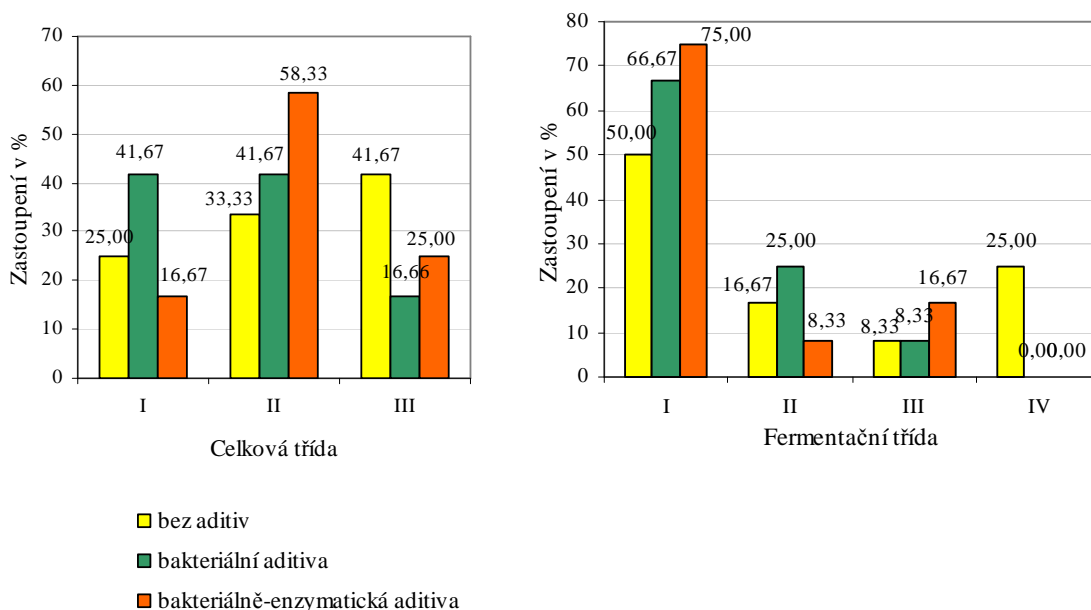
aditiva s 41,67 % a nejnižší hodnotu měly siláže bez aditiv 33,33 %. Ve III. třídě celkové jakosti byly nejvíce zastoupeny siláže bez aditiv 41,67 %, dále bakteriálně-enzymatická aditiva 25,00 % a nejméně siláže s bakteriálními aditivy 16,66 %.

Graf č. 2 Zastoupení fermentačních tříd u jednotlivých skupin



Podle kvality fermentačního procesu zařazujeme siláže do pěti fermentačních tříd. Z grafu č. 2 vyplývá, že největší zastoupení v I. fermentační třídě měly siláže ošetřené bakteriálně-enzymatickými aditivy 75,00 %, dále siláže s bakteriálními aditivy 66,67 % a nejmenší siláže bez aditiv. Ve II. fermentační třídě byly nejvíce zastoupeny siláže s bakteriálními aditivy 25,00 %, dále siláže bez aditiv 16,67 % a nejnižší hodnotu 8,33 % měly siláže s bakteriálně-enzymatickými aditivy. Ve III. fermentační třídě měly největší zastoupení siláže s bakteriálně-enzymatickými aditivy 16,67 %, následovaly je pak siláže s bakteriálními aditivy a siláže bez aditiv s 8,33 %. Ve IV. fermentační třídě byla zastoupena pouze siláže bez aditiv. Z grafu opět vyplývá pozitivní vliv aditiv na fermentační proces v silážích – ošetřené siláže mají největší zastoupení v nejlepší fermentační třídě.

Porovnání grafu č. 1 a 2



Z grafů č. 1 a 2 jsou vidět rozdíly v celkovém a fermentačním hodnocení. Při hodnocení fermentačního procesu jsou siláže ošetřené aditivy nejvíce zastoupené v první třídě – siláže s bakteriálními aditivy 66,67 % a siláže s bakteriálně-enzymatickými aditivy 75,00 %. Avšak u celkového hodnocení tomu tak není. Siláže s bakteriálními a bakteriálně-enzymatickými aditivy jsou nejvíce zastoupené ve druhé třídě celkové jakosti. Rozdíly mezi těmito dvěma způsoby hodnocení jsou dány tím, že celkové hodnocení se skládá jak z hodnocení fermentačního procesu, tak i z hodnocení výživné hodnoty siláže. Je velmi zajímavé porovnat tyto dva výsledky mezi sebou. Někteří autoři se zamýšlejí nad tím, zda by pro posouzení nestačilo pouze hodnocení fermentačního procesu, který je pro kvalitu siláže rozhodující.

Výživná hodnota siláže je dána kvalitou sklizené píče. Aditivní látky snižují ztráty živin během fermentačního procesu, skladování a následného vybírání. Jejich použitím lze tedy vyrobit kvalitnější, hygienicky nezávadnou siláž a proto je doporučujeme používat. Neboť, čím kvalitnější siláž vyrobíme, tím více živin dostane dojnice ve stejném objemu a je schopna produkovat více mléka.

4.1 Statistické vyhodnocení zpracovaných vzorků

Tabulka č. 11 Statistické hodnocení fermentačních charakteristik

Fermentační charakteristika	Průměr			Statistická významnost při hladině $\alpha = 0,05$
	Skupina			
	A0	BA	BE	
Kyselina mléčná (g/kg)	35,99	71,97	67,57	A0-BA A0-BE
Kyselina octová (g/kg)	13,61	17,19	18,66	---
Kyselina máselná (g/kg)	2,99	1,21	1,00	---
pH	4,74	4,33	4,37	A0-BA A0-BE
Stupeň proteolýzy (%)	10,70	7,53	7,86	A0-BA A0-BE

Při statistickém hodnocení jsem zjistila významné rozdíly v obsahu kyseliny mléčné u vzorků siláží bez aditiv a u vzorků siláží ošetřených bakteriálními a bakteriálně-enzymatickými aditivy. U vzorků s přidavkem aditiv byl obsah kyseliny mléčné průměrně o 33,78 g/kg vyšší. Z toho je patrný velmi pozitivní vliv aditivních látek na obsah kyseliny mléčné. Průměrný obsah kyseliny mléčné ve vzorcích byl 58,51 g/kg sušiny. Dle PÖTSCH et al. (2010) je optimální obsah kyseliny mléčné 20 – 60 g/kg sušiny. WILKINSON (2005) – cituje RADA (2009) uvádí, že v ideální siláži je obsah kyseliny mléčné mnohem vyšší a to 100 - 150 g/kg sušiny.

Byly zjištěny statistické rozdíly v pH mezi skupinou siláží bez aditiv a silážemi ošetřených bakteriálními nebo bakteriálně-enzymatickými aditivy. Přídavek silážních aditiv zvýšil obsah kyseliny mléčné a tím se snížilo pH siláže.

U kyseliny máselné nebyly zjištěny žádné statisticky významné rozdíly. Lze předpokládat, že siláže nebyly znečištěny zeminou a nedošlo k výraznému rozvoji klostridií. Průměrný obsah kyseliny máselné u siláží s aditivy byl průměrně 1,1 g/kg. PÖTSCH et al. (2010) uvádějí, že maximální obsah kyseliny máselné je 3 g/kg sušiny.

Obsah kyseliny octové se u siláží ošetřených aditivou mírně zvýšil. Průměrný obsah kyseliny octové byl 16,5 g/kg.

Statistické rozdíly byly zjištěny i u stupně proteolýzy, který byl u siláží ošetřených aditivou nižší než u siláží bez aditiv. Dle POZDÍŠKA et al., (2008) lze považovat za vysoce kvalitní jen siláže, které obsahují méně než 7 % amoniakálního z celkového

dusíku. Ty, které mají stupeň proteolýzy větší než 20 % jsou zařazovány do čtvrté jakostní třídy a označovány za zdravotně závadné.

Tabulka č. 12 Statistické hodnocení živin

Živiny	Průměr (g/kg sušiny)			Statistická významnost při hladině $\alpha = 0,05$
	Skupina			
	A0	BA	BE	
NL	146,0	137,2	134,1	---
Tuk	34,2	32,2	33,3	---
Vláknina	279,0	281,5	291,0	---
ADF	366,8	361,9	360,6	---
NDF	539,8	532,1	526,2	---
BNLV	404,4	437,8	429,7	A0-BA A0-BE
NEL	5,24	5,4	5,3	A0-BA
Původní sušina	377,6	366,7	363,8	---

Při statistickém vyhodnocení nebyly u živin zaznamenány žádné významné rozdíly. Pouze u skupiny siláží s bakteriálními aditivy byl zjištěn statisticky významný rozdíl v obsahu netto energie laktace. Průměrný obsah energie u této skupiny byl 5,4 MJ/kg sušiny. Oproti skupině siláží bez aditiv se tedy zvýšil o 0,16 MJ. Dle PÖTSCH et al. (2010) je cílem, aby koncentrace energie v silážích byla > 5,8 MJ na kg sušiny, což je vhodný základ pro dostatečnou produkci mléka nebo masa z objemného krmiva. Statisticky významné rozdíly byly zjištěny i u bezdusíkatých látek výtažkových (BNLV), jejichž obsah se u siláží s aditivy zvýšil v průměru o 29,35 g/kg sušiny v porovnání s obsahem u siláží bez aditiv. Z toho lze usuzovat, že aditivní látky přispívají k snížením ztrát sacharidů.

Průměrný obsah sušiny byl 369,37 g/kg. Ideální siláž dle WILKINSONA (2005) – cituje RADA (2009) obsahuje 300 – 350 g/kg. Průměrná hodnota dusíkatých látek byla 139,1 g/kg. PÖTSCH et al. (2010) uvádí, že obsah dusíkatých látek v silážích se pohybuje v rozmezí 130 až 160 g/kg. Průměrný obsah hrubé vlákniny byl 283,83 g/kg, obsah ADF 363,10 g/kg a obsah NDF 532,70 g/kg. Obsah hrubé vlákniny odráží vegetační stádium (fenofázi) porostu a obecně má významný vliv na kvalitu píce (PÖTSCH et al., 2010).

5. Závěr

Vliv aditivních látek na vybrané kvalitativní ukazatele (kyselina mléčná, pH a stupeň proteolýzy) byl zkoumán u vzorků zavadlých travních siláží. Kvalitativní hodnocení siláží do jakostních tříd bylo provedeno dle „Normy 2004“.

Při hodnocení fermentačního procesu byly v první třídě jakosti nejvíce zastoupeny siláže ošetřené bakteriálně-enzymatickými aditivami s 75,00 %. Bakteriálně-enzymatická aditiva měla tedy největší vliv na kvalitu fermentačního procesu. V celkovém hodnocení byly v první třídě jakosti naopak nejvíce zastoupeny siláže ošetřené bakteriálními aditivami a to 41,67 %. Tyto rozdíly jsou dány tím, že v celkovém hodnocení se posuzuje i nutriční kvalita krmiva. Nutriční hodnota siláže je dána především složením rostliny. Aditivní látky snižují ztráty při fermentačním procesu a zachová se tak více živin a energie, než v siláži neošetřené.

Byly zjištěny statisticky významné rozdíly ($p < 0,05$) v hodnotě pH, obsahu kyseliny mléčné a stupni proteolýzy mezi skupinou siláží bez aditiv a silážemi ošetřenými bakteriálními nebo bakteriálně-enzymatickými aditivami.

Ze statistického hodnocení je patrné, že aditiva mají největší vliv na obsah kyseliny mléčné. Díky většímu množství kyseliny mléčné se rychle sníží pH a tím se omezí proteolýza. Aditivní látky tak snižují ztráty živin během fermentačního procesu.

6. Použitá literatura

1. DOLEŽAL, P. a kol. (2010): Konzervace, skladování a úpravy objemných krmiv. MZLU v Brně, 247 s. ISBN 978-80-7375-441-9
2. HLAVÁČKOVÁ, A., KOSTKAN, J. (2010): Stravitelnost vlákniny (III.). *Krmivářství*, 4: 32-33. ISSN 1212-9992
3. ILLEK, J. (2008): Zdravotní rizika zkrmování nekvalitních siláží. *Náš chov*, 10: 84-86. ISSN 0027-8068
4. LÁD, F. (2006): Vliv vybraných ukazatelů na kvalitu silážovaných krmiv. JČU v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 100 s. ISBN 80-7040-885-5
5. LOUČKA, R. (2008): Změny frakcí dusíkatých látek při silážování pícnin. *Náš chov*, 11: 65-68. ISSN 0027-8068
6. LOUČKA, R., MACHAČOVÁ, E., ŽALMANOVÁ, V. (1997): Aditiva používaná k silážování. ÚZPI, Praha, 50 s. ISBN 80-86153-16-9
7. MIKYSKA, F., VALENTA, K. (2007): Hodnocení objemných krmiv. In: Výkrm skotu a nové metody hodnocení konzervovaných krmiv. VÚCHS Rapotín, Pohořelice, 6. 7. 2007 s. 34-42
8. MITRÍK, T., VAJDA, V. (2010): Objemové krmivá a ich kvalita – IX. *Náš chov*, 11: 20-21. ISSN 0027-8068
9. MORAVCOVÁ, H., NEDĚLNÍK, J. (2007): Mykotoxiny v silážovaných krmivech. *Farmář*, 8: 34-37. ISSN 1210-9789
10. PFLAUM, J. (2006): Senáž: jak silně nechat trávu zavadnout a jaký silážní prostředek použít? *Sano – Moderní výživa zvířat*, 7: 16-18.
11. POZDÍŠEK, J. a kol. (2008) : Metodická příručka pro chovatele k výrobě konzervovaných krmiv (siláží) z víceletých pícnin a trvalých travních porostů. VÚCHS, Rapotín, 39 s. ISBN 978-80-87144-06-0
12. POZDÍŠEK, J. (2009): Víceleté pícniny a trvalé travní porosty ve výživě skotu. *Náš chov*, 10: 59-62. ISSN 0027-8068
13. PŘIKRYL, J. (2010): Konzervace bílkovinných pícnin v současných podmínkách. *Náš chov*, 4: 46-48. ISSN 0027-8068
14. RADA, V., VLKOVÁ, E. (2010): Silážní inokulanty. VÚŽV, Praha, 58 s. ISBN 978-80-7403-069-7
15. VELECHOVSKÁ, J. (2007): Jak na kvalitní siláže. *Farmář*, 8: 33. ISSN 1210-9789

16. ZEMAN, L. (2006): Výživa a krmení hospodářských zvířat. Nakladatelství Profi Press, s. r. o., Praha. 1. vydání, 360 s. ISBN 80-86726-17-7
17. http://www.isfc.eu/materials/sbornik_cz.pdf , staženo dne: 12.3.2012
DAVIES, D. R. (2010): Silážní inokulanty – Co bude dál? In: 14. Mezinárodní symposium konzervace objemných krmiv. MZLU v Brně, březen 2010 str. 14-23.
18. <http://www.mikrop.cz/UserFiles/File/Vzdelavani/DavidDavies79str.pdf> , staženo dne: 14.3.2012
DAVIES, D. (2010): Silážování a krmení za účelem optimální retence živin a užitkovosti zvířat, Institute of Grassland and Environmental Research Aberystwyth, UK
19. <http://www.unium.cz/materialy/czu/fappz/konzervace-m14065-p1.html> , staženo dne: 8.3.2012
HUČKO, B. (2009): Konzervace.
20. http://www.isfc.eu/materials/sbornik_cz.pdf , staženo dne: 12.3.2012
HUHTANEN, P. (2010): Systém hodnocení N-látek siláží. In: 14. Mezinárodní symposium konzervace objemných krmiv. MZLU v Brně, březen 2010 str. 24-45.
21. http://www.agroweb.cz/Inokulanty-v-procesu-silazovani_s366x33159.html ,
staženo dne : 8.3.2012
KALÁČ, P. (2009): Inokulanty v procesu silážování.
22. http://www.agroweb.cz/Problematika-kvality-silazi-a-silaznich-aditiv_s44x9769.html , staženo dne: 8.3.2012
KULOVANÁ, E. (2001): Problematika kvality siláží a silážních aditiv.
23. [http://www1.foragebeef.ca/\\$foragebeef/frgebeef.nsf/e5ae854df3230ce787256a3300724e1d/3208624e45d1efa987256dc1006e96b1/\\$FILE/silagefermentationadditives.pdf](http://www1.foragebeef.ca/$foragebeef/frgebeef.nsf/e5ae854df3230ce787256a3300724e1d/3208624e45d1efa987256dc1006e96b1/$FILE/silagefermentationadditives.pdf) , staženo dne: 12.3.2012
KUNG, L. (2001): Silage fermentation and additives. Department of Animal and Food Sciences, University of Delaware, Newark.
24. http://www.krmivarstvi.cz/Legislativa-v-oblasti-vyroby-silazi_s555x45595.html ,
staženo dne: 8.3.2012
LOUČKA, R. (2010): Legislativa v oblasti výroby siláží.
25. <http://www.agrokonzulta.cz/vyzivporadenstvi/Metodiky/Kvalita-objemnych-krmiv-2011.pdf> , staženo dne: 14.3.2012
MIKYSKA, F. (2011): Kvalita objemných krmiv v období let 1997 – 2011

26. http://www.agroweb.cz/Spravna-konzervace-objemnych-krmiv_s181x30418.html ,
staženo dne: 8.3.2012
MIKYSKA, F. (2011b): Správná konzervace objemných krmiv.
27. http://www.dfrc.ars.usda.gov/Research_Summaries/ind_meet/dfr7.pdf , staženo
dne: 12.3.2012
MUCK, R. (1996): Silane Inoculation – Inoculation of silage and its effects on
silage quality. US Dairy Forage Research Center, Informational Conference with
Dairy and Forage Industries.
28. http://www.isfc.eu/materials/sbornik_cz.pdf , staženo dne: 12.3.2012
PÖTSCH, E. M., RESCH, R., BUCHGRABER, R. (2010): Konzervace píče
v horských oblastech – Výsledky rakouského projektu monitorování siláží. In: 14.
Mezinárodní symposium konzervace objemných krmiv. MZLU v Brně, březen 2010
str. 3-13.
29. <http://www.vuzv.cz/sites/SilazRada.pdf> , staženo dne: 8.3.2012
RADA, V. (2009): Siláž a zdraví zvířat. VÚŽV, Praha – Uhřetěves.
30. http://www.agroweb.cz/Pripravky-pouzivane-pri-silazovani_s75x27904.html ,
staženo dne: 8.3.2012
TYROLOVÁ, Y. (2007): Přípravky používané při silážování.

7. Přílohy

7.1 Zkratky používané v DP

NL ... dusíkaté látky

ADF ... acido-detergentní vláknina

NDF ... neutrálně-detergentní vláknina

BNLV ... bezdusíkaté látky výtažkové

NEL ... netto energie laktace

CFU ... *colony form unit* - ukazatel počtu životaschopných bakterií vztažených na gram substrátu

BMK (*LAB*) ... bakterie mléčného kvašení (*lactic acid bacteria*)

7.2 Statistické ukazatele zkoumaných vzorků siláží

V tabulkách č. 13 - 18 jsou uvedeny statistické hodnoty průměru, směrodatné odchylky, rozptylu a variačního koeficientu u zkoumaných vzorků siláží bez aditiv a ošetřeních aditiv.

Tabulka č. 13 Statistické ukazatele obsahu živin v travní siláži bez aditiv

Živiny	Průměr	Směrodatná odchylka	Rozptyl	Variační koeficient
NL	146,0	11,2	124,4	0,0764
Tuk	34,2	2,9	8,4	0,0848
Vláknina	279,0	25,9	670,1	0,0928
ADF	366,8	28,6	820,1	0,0781
NDF	539,8	30,7	945,2	0,0570
BNLV	404,4	19,7	388,3	0,0487
NEL	5,24	0,15	0,02	0,0282
Původní sušina	377,6	50,4	2536,3	0,1334

Tabulka č. 14 Statistické ukazatele fermentačních charakteristik travní siláže bez aditiv

Fermentační charakteristika	Průměr	Směrodatná odchylka	Rozptyl	Variační koeficient
Kyselina mléčná	35,99	22,23	494,27	0,6178
Kyselina octová	13,61	8,69	75,57	0,6389
Kyselina máselná	2,99	4,44	19,71	1,4868
pH	4,74	0,38	0,14	0,0800
Stupeň proteolýzy	10,70	2,27	5,15	0,2120

Tabulka č. 15 Statistické ukazatele obsahu živin v travní siláži ošetřené bakteriálními aditivy

Živiny	Průměr	Směrodatná odchylka	Rozptyl	Variační koeficient
NL	137,2	12,9	166,6	0,0941
Tuk	32,2	2,4	5,8	0,0748
Vláknina	281,5	22,8	521,5	0,0811
ADF	361,9	16,0	255,1	0,0441
NDF	532,1	27,4	750,0	0,0515
BNLV	437,8	14,3	203,8	0,0326
NEL	5,36	0,09	0,01	0,0174
Původní sušina	366,7	24,1	582,6	0,0658

Tabulka č. 16 Statistické ukazatele fermentačních charakteristik travní siláže ošetřené bakteriálními aditivy

Fermentační charakteristika	Průměr	Směrodatná odchylka	Rozptyl	Variační koeficient
Kyselina mléčná	71,97	25,75	663,30	0,3578
Kyselina octová	17,19	4,85	23,55	0,2823
Kyselina máselná	1,21	2,19	4,79	1,8115
pH	4,33	0,14	0,02	0,0320
Stupeň proteolýzy	7,53	1,45	2,12	5,34

Tabulka č. 17 Statistické ukazatele obsahu živin v travní siláži ošetřené bakteriálně-enzymatickými aditivy

Živiny	Průměr	Směrodatná odchylka	Rozptyl	Variační koeficient
NL	134,1	26,0	674,2	0,1936
Tuk	33,3	3,2	10,5	0,0972
Vláknina	291,0	20,5	420,0	0,0704
ADF	360,6	17,0	289,6	0,0472
NDF	526,2	20,9	435,4	0,0397
BNLV	429,7	23,1	535,3	0,0538
NEL	5,31	0,16	0,03	0,0310
Původní sušina	363,8	51,0	2597,6	0,1401

Tabulka č. 18 Statistické ukazatele fermentačních charakteristik travní siláže ošetřené bakteriálně-enzymatickými aditivy

Fermentační charakteristika	Průměr	Směrodatná odchylka	Rozptyl	Variační koeficient
Kyselina mléčná	67,57	23,15	535,76	0,3426
Kyselina octová	18,66	6,60	43,56	0,3538
Kyselina máselná	1,00	2,38	5,67	2,3751
pH	4,37	0,08	0,01	0,0185
Stupeň proteolýzy	7,86	1,82	3,32	6,43

7.2.1 Statistické vyhodnocení obsahu kyseliny mléčné ve zkoumaných vzorcích siláží

V tabulkách č. 19 – 21 jsou uvedeny výsledky statistických testů pro obsah kyseliny mléčné v silážích.

Tabulka č. 19 Analýza rozptylu u kyseliny mléčné

Analýza rozptylu (Tabulka - KM) Označ. efekty jsou význ. na hlad. $p < ,05000$								
	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
Kyselina mléčná	9247,389	2	4623,694	18626,64	33	564,4435	8,191598	0,001292

Tabulka č. 20 Leveneův test u kyseliny mléčné

Leveneův test homogenity rozptylů (Tabulka - KM) Označ. efekty jsou význ. na hlad. $p < ,05000$								
	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
Kyselina mléčná	127,0979	2	63,54894	5458,786	33	165,4178	0,384172	0,684020

Analýzou rozptylu byly zjištěny rozdílné střední hodnoty (p -hodnota = 0,001292). Leveneův test prokázal homogenitu rozptylu (p -hodnota = 0,684020). Výsledky byly zjišťovány při hladině významnosti α 0,05.

Tabulka č. 21 LSD test – kyselina mléčná

LSD test; proměnná: Kyselina mléčná (Tabulka - LSD 1) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$			
	{1} - M=35,987	{2} - M=71,972	{3} - M=67,571
A0 {1}		0,000760	0,002612
BA {2}	0,000760		0,652991
BE {3}	0,002612	0,652991	

LSD test porovnával rozdíly mezi skupinou vzorků siláží bez aditiv (A0) a skupinami vzorků siláží ošetřených aditivními látkami (BA; BE). Statisticky významně se lišily skupiny č. 2 (p -hodnota = 0,000760) a č. 3 (p -hodnota = 0,002612) od skupiny č. 1. Mezi skupinami aditiv významné rozdíly nebyly (p -hodnota = 0,652991). Z testu vyplývá, že přídavek aditiv významně ovlivňuje obsah kyseliny mléčné v siláži.

7.2.2 Statistické vyhodnocení hodnoty pH ve zkoumaných vzorcích siláží

V tabulkách č. 22 – 24 jsou uvedeny výsledky statistických testů pro hodnotu pH siláží.

Tabulka č. 22 Analýza rozptylu hodnoty pH

Analýza rozptylu (Tabulka - pH)								
Označ. efekty jsou význ. na hlad. $p < ,05000$								
	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
pH	1,227217	2	0,613608	1,862258	33	0,056432	10,87340	0,000236

Tabulka č. 23 Leveneův test hodnoty pH

Leveneův test homogenity rozptylů (Tabulka - pH)								
Označ. efekty jsou význ. na hlad. $p < ,05000$								
	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
pH	0,362052	2	0,181026	0,696195	33	0,021097	8,580717	0,000999

Analýzou rozptylu byly zjištěny rozdílné střední hodnoty (p-hodnota = 0,000236). Leveneovým testem se nepodařilo prokázat homogenitu rozptylu (p-hodnota = 0,000999). Výsledky byly zjišťovány při hladině významnosti α 0,05.

Tabulka č. 24 LSD test - pH

LSD test; proměnná: pH (Tabulka - LSD pH)			
Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$			
	{1} - M=4,7375	{2} - M=4,3267	{3} - M=4,3683
A0 {1}		0,000171	0,000581
BA {2}	0,000171		0,670252
BE {3}	0,000581	0,670252	

LSD test porovnával rozdíly v hodnotě pH siláží mezi skupinou vzorků bez aditiv (A0) a skupinami vzorků ošetřených aditivními látkami (BA; BE). Statisticky významně se lišily skupiny č. 2 (p-hodnota = 0,000171) a č. 3 (p-hodnota = 0,000581) od skupiny č. 1. Mezi skupinami s aditivou nebyly zjištěny žádné významné rozdíly (p-hodnota = 0,670252). Z testu je jasné, že přidavek aditiv významně ovlivňuje hodnotu pH siláže.

7.2.3 Statistické vyhodnocení stupně proteolýzy ve zkoumaných vzorcích

V tabulkách č. 25 – 27 jsou uvedeny výsledky statistických testů pro stupeň proteolýzy.

Tabulka č. 25 Analýza rozptylu stupně proteolýzy

Analýza rozptylu (Tabulka - stpro) Označ. efekty jsou význ. na hlad. $p < ,05000$								
	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
Stupeň proteolýzy	73,05762	2	36,52881	116,4803	33	3,529706	10,34897	0,000324

Tabulka č. 26 Leveneův test stupně proteolýzy

Leveneův test homogenity rozptylů (Tabulka - stpro) Označ. efekty jsou význ. na hlad. $p < ,05000$								
	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
Stupeň proteolýzy	5,571884	2	2,785942	35,05398	33	1,062242	2,622701	0,087685

Analýzou rozptylu byly zjištěny rozdílné střední hodnoty (p -hodnota = 0,000324). Při Leveneově testu byla prokázána homogenita rozptylu (p -hodnota = 0,087685). Výsledky byly zjišťovány při hladině významnosti α 0,05.

Tabulka č. 27 LSD test – stupeň proteolýzy

LSD test; proměnná: Stupeň proteolýzy (Tabulka - LSD stpro) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$			
	{1} - M=10,704	{2} - M=7,5325	{3} - M=7,8583
A0 {1}		0,000229	0,000759
BA {2}	0,000229		0,673727
BE {3}	0,000759	0,673727	

LSD test porovnával rozdíly ve stupni proteolýzy mezi skupinou vzorků siláží bez aditiv (A0) a skupinami vzorků siláží ošetřených aditivními látkami (BA; BE). Statisticky významně se lišily skupiny č. 2 (p -hodnota = 0,000229) a č. 3 (p -hodnota = 0,000759) od skupiny č. 1. Mezi skupinami aditiv významné rozdíly ve stupni proteolýzy nebyly (p -hodnota = 0,673727). Z výsledků testu je patrné, že přídavek aditiv významně ovlivňuje nejen obsah kyseliny mléčné a pH, ale i stupeň proteolýzy.