

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4103 Zootechnika

Studijní obor: Zootechnika

Katedra: Katedra zootechnických věd

Vedoucí katedry: prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h.c.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Analýza kvalitativních ukazatelů silážovaných krmiv

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

Autor diplomové práce: Bc. Jaroslav Nechvátal

České Budějovice, 2020

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zemědělská fakulta

Akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Bc. Jaroslav NECHVÁTAL
Osobní číslo:	Z18128
Studijní program:	N4103 Zootechnika
Studijní obor:	Zootechnika
Téma práce:	Analýza kvalitativních ukazatelů silážovaných krmiv
Zadávací katedra:	Katedra zootechnických věd

Zásady pro vypracování

Zvyšování kvality krmiv konzervovaných silážováním je pro výživu hospodářských zvířat prioritní. Metody hodnocení jakosti a dodržování kritických mezí a standardů dávají předpoklad pro zajištění vyšší kvality krmiv, odpovídající užitkovost i zdraví zvířat.

Cílem diplomové práce je analýza vybraných kvalitativních ukazatelů silážovaných krmiv za dané období.

Literární přehled zaměřte na vlastní proces silážování, technologii silážování, silážní aditiva a na hodnocení kvality silážovaných krmiv.

Analýzu kvalitativních ukazatelů vybraných nutričních hodnot a ukazatelů fermentace vyhodnoťte ze systému monitoringu analyzovaných silážovaných krmiv.

Dle možnosti vyhodnoťte používání konzervačních prostředků při silážování a vybrané systémy hodnocení kvality siláží.

Rozsah pracovní zprávy: 40 – 50 stran
Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího práce
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam doporučené literatury:

Doležal a kol. Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat. Vydavatelství Ing. P. Baštan, 2012, 307 s.

Hulsen, J., Aerden, D. 2014. Feeding signals. 108 s.

Kalač, P. 2011. The effects of silage feeding on some sensory and health attributes of cows milk: A review. Food chemistry, 125, 307-317.

Lád, F. 2006. Vliv vybraných ukazatelů na kvalitu silážovaných krmiv. JU ZF v Českých Budějovicích, 100 s.

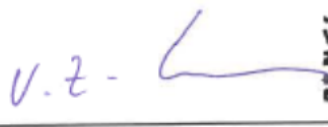
Trináctý a kol. Hodnocení krmiv pro dojnice. Agro Digest 2013, 590 s.


Odborné a vědecké časopisy.

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. František Lád, CSc.
Katedra zootechnických věd

Datum zadání diplomové práce: 26. března 2019
Termín odevzdání diplomové práce: 15. dubna 2020

V Českých Budějovicích dne 27. března 2019


prof. Ing. Milošlav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA 
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Budeštnická 1000, 370 06 České Budějovice
L.S.


prof. Ing. Václav Matoušek, CSc.
vedoucí katedry

Prohlášení

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to - v nezkrácené podobě - v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných zemědělskou fakultou - elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Dne

.....

Podpis autora práce

Poděkování

Rád bych poděkoval panu doc. Ing. Františku Ládovi, CSc., za odborné rady, konzultace a připomínky, které mi byly poskytnuty při psaní této práce. Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Jiřímu Bočkovi ml. a firmě Agro-la, spol. s. r. o. za poskytnutí dat a spolupráci.

Abstrakt

Tato diplomová práce je zaměřena na analýzu vybraných kvalitativních ukazatelů u siláží. Kvalitativní ukazatelé byli sledováni u 119 vzorků travní a kukuřičné siláže z roku 2018. Pomocí těchto ukazatelů proběhlo zařazení podle hodnocení kvality fermentace u siláže dle Normy 2004, německého hodnocení dle Kaisera 2006 a slovenského hodnocení dle Mitríka 2016. Výsledné zařazení byla vyhodnocena a porovnána. V Normě 2004 bylo zařazeno v první třídě fermentace 82 % vzorků, v hodnocení podle Kaisera 88 % vzorků a v hodnocení podle Mitríka 83 % vzorků. Do hodnocení byl zařazen i vliv silážních aditiv na kvalitu fermentačního procesu. Sledován byl vliv bakteriálních a bakteriálně-enzymatických aditiv na obsah živin. V závěru práce byly vzorky siláže porovnány s průměrnými hodnotami z daného ročníku.

Klíčová slova: siláž, silážování, kukuřičná siláž, travní siláž, silážní aditiva, hodnocení kvality siláže

Abstract

The aim of this thesis is to analyse chosen characteristics of silage quality. Total of 119 samples of grass silage and corn silage from the year 2018 were analysed. The quality of fermentation was analysed and silage was evaluated according to „Norma 2004“, german evaluation system by Kaiser 2006 and slovakian system by Mitrík 2016. All the results were compared. 82 % of samples according to „Norma 2004“, 88 % according to Kaiser and 83 % according to Mitrík were classified as the first class of fermentation. The influence of additives was also included in the evaluation of fermentation. The influence of bacterial and bacterial-enzymatic additives on the content of nutrients was observed. The results were compared with the average values of the silage of the year 2018.

Key words: silage, ensiling, corn silage, grass silage, silage additives, evaluation of silage quality

OBSAH

1. ÚVOD A CÍLE PRÁCE	9
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED.....	10
2.1 BIOLOGICKO-MIKROBIÁLNÍ PROCES PŘI SILÁŽOVÁNÍ	10
2.1.1 <i>Aerobní</i>	12
2.1.2 <i>Fermentační</i>	12
2.1.3 <i>Stabilizační</i>	13
2.1.4 <i>Otevření a zkrmování</i>	14
2.2 TECHNOLOGIE SILÁŽOVÁNÍ	14
2.2.1 <i>Termín sklizně</i>	15
2.2.2 <i>Výška strniště</i>	16
2.2.3 <i>Způsob sklizně</i>	16
2.2.4 <i>Optimální hodnota sušiny</i>	16
2.2.5 <i>Úprava při sklizni</i>	17
2.2.6 <i>Délka řezanky</i>	19
2.3 SKLADOVACÍ PROSTORY	19
2.3.1 <i>Silážní žlab</i>	19
2.3.2 <i>Silážní vaky</i>	21
2.3.3 <i>Silážování do fólií obalovaných balíků</i>	22
2.4 VYUŽITÍ SILÁŽNÍCH ADITIV	24
2.4.1 <i>Biologické</i>	25
2.4.2 <i>Bakteriálně-enzymatické</i>	26
2.4.3 <i>Biologicko – chemické</i>	27
2.4.4 <i>Chemické</i>	27
2.5 HODNOCENÍ KVALITY SILÁŽOVANÝCH KRMIV	28
2.5.1 <i>Současné hodnocení kvality siláží v ČR</i>	30
2.5.2 <i>Hodnocení kvality siláží v Německu</i>	32
2.5.3 <i>Hodnocení kvality siláží na Slovensku</i>	33
3. MATERIÁL A METODIKA	34
4. VÝSLEDKY A DISKUZE	36
4.1 POROVNÁNÍ HODNOCENÍ FERMENTAČNÍCH PARAMETRŮ MEZI NORMOU 2004, KAISEREM (2006) A MITRÍKEM (2016)	36
4.2 VLIV ZAŘAZENÍ DO CELKOVÉ TŘÍDY NA OBSAH ŽIVIN	38
4.3 STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ VLIVU ADITIVNÍCH LÁTEK V SILÁŽI	40
4.4 SROVNÁNÍ KVALITY SILÁŽE V ROCE 2018.....	45

5. ZÁVĚR.....	47
6. POUŽITÁ LITERATURA.....	48
7. PŘÍLOHY.....	54
7.1 TABULKY DAT	54
7.2 HODNOCENÍ SILÁŽÍ DLE NORMY 2004	58
7.3 HODNOCENÍ SILÁŽÍ DLE KAISERA (2006)	63
7.4 HODNOCENÍ SILÁŽÍ DLE MITRÍKA (2016).....	64

1. Úvod a cíle práce

Konzervace krmiv silážováním patří mezi jeden z nejdůležitějších a nejnáročnějších kroků v moderní výživě přežvýkavců, který významně ovlivňuje efektivitu následné produkce. Zavedení systému celoročního krmení konzervovanými krmivy u dojnic přidává konzervaci ještě větší význam, protože tím tvoří konzervovaná krmiva podíl až 90 % sušiny. Krmivo bez konzervace brzy podléhá kontaminaci nežádoucími mikroorganismy, biochemickým změnám a ztrácí své nutriční a dietetické hodnoty. Proto je důležité hodnocení kvality u siláží, které dosáhlo v průběhu let řady změn. Od posuzování obsahu energie a organických živin se hodnocení často začalo zaměřovat také i na kvalitu fermentačního procesu. Kvalita fermentace má vliv nejen na obsah energie, ale také i na látky, které v siláži vznikají a mohou negativně ovlivnit příjem krmiva a zdraví hospodářských zvířat. Dobrému průběhu fermentace napomáhají nejen správné postupy při silážování a kvalita silážované hmoty, ale i použití silážních aditiv, jejichž využití se průběhem posledních let stalo téměř rutinní.

Správné postupy výroby kvalitní siláže jsou dnes známé a zažité i do praxe. Přesto se nacházejí výrobci, kteří i z kvalitní silážované hmoty nedodržením základních pravidel silážování, vyrábí nekvalitní siláž. Důvodem nekvalitní siláže však nemusí být jen lidský faktor. Mezi další nežádoucí okolnosti patří agrometeorologické vlivy, které přispívají ke zhoršení kvality siláží.

Cílem této práce je analýza vybraných kvalitativních ukazatelů u 119 vzorků travních a kukuřičných siláží za rok 2018. Pomocí sledovaných kvalitativních ukazatelů vzorky siláže zařadit podle Normy 2004, německého hodnocení kvality fermentačního procesu dle KAISERA (2006) a slovenského hodnocení podle MITRÍKA (2016) a následně srovnat. Následuje vyhodnocení vlivu zařazení do celkové třídy podle Normy 2004 na zastoupení jednotlivých parametrů. Dále je sledován vliv silážních aditiv na kvalitu fermentačního procesu, kdy byly srovnány vzorky siláží s bakteriálními a bakteriálně-enzymatickými aditivy. Dalším cílem bylo vyhodnocení vybraných sledovaných ukazatelů s průměrnými hodnotami.

2. Literární přehled

2.1 Biologicko-mikrobiální proces při silážování

Proces silážování je složitý biochemicko-mikrobiální proces, který je ovlivněn řadou interakcí (mikroorganismy, obsah a dostupnost živin, klimatické vlivy, zvolená technologie a další). V závislosti na ročním období, druhu píce, agrotechnické práci, klimatu, pořadí seče, stupni znečištění či způsobu sklizně, zastoupení mikroorganismů v epifytní mikrobiotě značně kolísá (DOLEŽAL a MUDŘÍK, 2012).

Ze silážního hlediska je obsah sacharidů v rostlině velmi důležitý. Slouží jako potrava pro bakterie mléčného kvašení, které ze sacharidů vytváří žádoucí kyseliny, zvláště kyselinu mléčnou. Proto zvyšujícím se obsahem sacharidů zlepšuje i průběh fermentačního procesu. Dle obsahu sacharidů lze silážované rostliny rozdělit na lehce silážovatelné, středně silážovatelné a obtížně silážovatelné. Silážovatelnost je kromě vodorozpustných sacharidů dále ovlivněná obsahem dusíkatých látek, které tvoří pufry a zpomalují okyselování silážované hmoty. Proto k obtížně silážovatelným plodinám patří vojtěška, která má nízký obsah sacharidů a vysoký obsah dusíkatých látek (KUDRNA et al., 2006).

Dle PAHLOW et al. (2003) můžeme silážní fermentaci dělit na primární (žádoucí) a na sekundární (nežádoucí). Při primární fermentaci je produkována kyselina mléčná bakteriemi, které jsou klasifikovány jako homofermentativní (produktem je pouze kyselina mléčná) a heterofermentativní (fermentačním produktem je kyselina mléčná, octová a ethanol). Nežádoucí sekundární fermentace je prováděna především enterobakteriemi (produkují kyselinu mléčnou, octovou, jantarovou, mravenčí a ethanol), klostridii (produkují kyselinu máselnou) a kvasinkami (produkují ethanol).

Základním produktem fermentace je dle KUDRNY et al. (2006) kyselina mléčná, která snižuje pH hmoty a zabraňuje rozvoji nežádoucích bakterií, kvasinek a plísní. Důležité také je dosáhnout nízkého pH co nejdříve, aby nedocházelo ke zbytečným ztrátám živin. Nevytvořením dostatečného množství kyseliny mléčné a vysokým pH se stává siláž nestabilní, rychle se zahřívá, plesniví a dochází k znehodnocení.

Oproti jiným fermentačním produktům je kyselina mléčná upřednostňována kvůli nižšímu a rychlejšímu poklesu pH (silnější kyselina) a menšímu úbytku hmoty.

K úbytku hmoty dochází při rostlinném a mikrobiálním dýchání, kvašení, odtoku a úbytku těkavých organických sloučenin. Kvalitní fermentace má vést ke ztrátě sušiny nižší, než je 10 % (SOBOTKA, 2016). Dle DOLEŽALA a MUDŘÍKA (2012) lze silážní mikroorganismy, účastnící se kvasného procesu, rozdělit na žádoucí (bakterie mléčného kvašení), nežádoucí (enterobakterie, bakterie octového kvašení, coli aerogenes, kvasinky) a škodlivé (hnilobné bakterie, klostridie, plísně).

Kyselina máselná je v silážích nežádoucí a k zamezení její tvorby je možné při dosažení nízkého pH siláže neboli tzv. kritického pH, které je znázorněno v tabulce 1 (KUDRNA et al., 2006). Mezní pH pro růst klostridií ve vztahu k sušině znázorňuje tabulka 2.

Tabulka 1 - Mezní hodnoty pH pro aktivitu mikroorganismů přítomných v siláži

Mikroorganismy	Hodnota maximální (pH)	Hodnota minimální (pH)	Hodnota naskladněné píce (pH)	Hodnota siláže (pH)
Mléčné bakterie	6,5	3,6	6,0 – 7,0	4,0
Enterobakterie	7,0	4,5		
Máselné bakterie	7,5	4,3		
Hnilobné bakterie	7,0	4,5		
Kvasinky	7,0	2,0		
Plísně	6,5	2,5		

(PŘIKRYL, 2012)

Tabulka 2 - Mezní pH pro růst klostridií v siláži

Sušina %	Kritické hodnoty pH	
	Trávy	Jeteloviny
20	4,16	4,26
25	4,26	4,45
30	4,43	4,60
35	4,63	5,04
40	4,90	5,56
45	5,14	-
50	-	-

(MITRÍK, 2006)

Fáze fermentace siláže

V rozdělení fází fermentace v siláži se řada autorů rozchází. COLLINS a OWENS (2003) a PŘIKRYL (2012) dělí fermentaci na čtyři fáze. ADESOGAN a NEWMAN (2016) mají pět fází fermentace. Druhou fází (fermentační) dělí na dvě fáze. SCHROEDER (2013) fermentaci člení do šest fází. Rozdíl v jeho rozdělení je v druhé fázi, kterou dělí na tři podrobněji rozepsané fáze.

2.1.1 Aerobní

Aerobní fáze začíná sklizní silážované plodiny a končí vyčerpáním kyslíku v uzavřeném silážním skladu. Z důvodu rostlinného dýchání enzymy a aerobní bakterie způsobují rozkládání rostlinných bílkovin a přeměnu sacharidů na oxid uhličitý, vodu a teplo. Toto má za následek ztrátu živin (ADESOGAN a NEWMAN, 2016).



Dle COLLINSE a OWSENSE (2003) může při zvýšení teploty siláže na 32 °C dojít k úbytku vody z důvodu zhutnění a dýchání. K vyšším teplotám (> 49) dochází při nedosažení brzkého anaerobního prostředí a k růstu nežádoucích aerobních bakterií, kvasinek a dalších nežádoucích mikroorganismů, které potlačují žádoucí mikroorganismy. Proto je důležité dojít k anaerobním podmínkám co nejdříve správnou vlhkostí, kvalitním zhutněním a dobrým utěsněním silážované hmoty. PŘIKRYL (2012) uvádí dobu trvání této fáze na několik hodin (co nejkratší). Tato fáze je klíčová pro další průběh fermentace, hygienickou jakost a aerobní stabilitu siláže. Nelze očekávat kvalitní siláž ze silážované hmoty, u které došlo k předchozímu zahřátí při dlouhodobém zavádání či nevhodném a dlouhém meziskladování.

2.1.2 Fermentační

Po vyčerpání kyslíku začnou anaerobní bakterie fermentovat sacharidy na organické kyseliny, alkoholy, oxid uhličitý a dusíkaté sloučeniny (ADESOGAN a NEWMAN, 2016). Produktem těchto bakterií je kyselina octová, která je žádoucí pro svou využitelnost přežvýkavci a napomáhá poklesu pH, což je nezbytné pro následující fermentaci. Při poklesu pH u silážované hmoty pod 5, množství acetických bakterií klesá, protože tato hodnota pH znemožňuje jejich růst. Naopak nízké pH napomáhá růstu a vývoji další skupině bakterií mléčného kvašení (BMK), které produkují

kyselinu mléčnou (SCHROEDER, 2013). Z BMK se uplatňují v této fázi zejména bakterie pomalu rostoucí a citlivější kmeny (*Lactobacillus plantarum*, *L. casei* a další) (PŘIKRYL, 2012).

Pokud je u silážované hmoty z důvodu brzké sklizně koncentrace vody vysoká a dochází k pomalému poklesu pH, může dojít k růstu klostridiálních bakterií. Tyto bakterie rozkládají sacharidy a přeměňují kyselinu mléčnou na kyselinu máselnou. Také degradují protein na dusíkaté sloučeniny, jako jsou amidy. Následkem je zvýšená ztráta živin a snížení chutnosti a kvality siláže (ADESOGAN a NEWMAN, 2016).

Kyselina mléčná, která je produktem BMK, patří mezi nejvýznamnější kyseliny fermentačního procesu. V kvalitní siláži by měla zastupovat více než 60 % ze všech organických kyselin vyskytujících se v siláži (SCHROEDER, 2013). BMK lze podle tvorby kyseliny mléčné a dalších produktů kvasných procesu rozdělit na:

- Homofermentativní BMK, které tvoří z glukózy minimálně 85 % kyseliny mléčné
- Heterofermentativní BMK, které kromě kyseliny mléčné tvoří také kyselinu octovou, etanol, oxid uhličitý a vodík (DOLEŽAL a MUDŘÍK, 2012).

ADESOGAN a NEWMAN (2016) za ukončení této fáze považují pokles pH na hranici 4 – 4,5. V teplých sezónních měsících a u krmiv s nízkou koncentrací sacharidů často tato fáze končí vyčerpáním fermentovatelných sacharidů. PŘIKRYL (2012) uvádí délku fermentační fáze na 10 dnů až 1 měsíc. Průměrně je to 1 – 3 týdny, v závislosti zejména na obsahu sušiny a použití silážního aditiva.

2.1.3 Stabilizační

Po dosažení hodnoty pH pod 4,0, se siláž stává stabilní a je zabráněno růstu nežádoucích mikroorganismů (ADESOGAN a NEWMAN, 2016). Tuto fázi fermentace lze charakterizovat jako dobou od ukončení fáze fermentačního procesu do doby otevření silážního skladu a vystavením siláže povětrnostním podmínkám (JAMBOR, 2001). V této fázi může siláž být uskladněna několik měsíců až let. Avšak z praktického a kvalitativního hlediska by měla být spotřebována do jednoho roku od výroby siláže. Přes místa, která nebyla zcela utěsněná, může pomalu pronikat vzduch a snižovat tím kvalitu siláže. Proto by měly být silážní sklady pravidelně kontrolovány

a udržovány, aby nedošlo k narušení anaerobního prostředí a ke ztrátám živin (COLLINS a OWENS, 2003).

2.1.4 Otevření a zkrmování

Tato fáze začíná otevřením silážního skladu a následným odebíráním, čímž jsou obnoveny aerobní podmínky. Za přístupu vzduchu dochází k oživení inaktivovaných kvasinek a plísní. Plísně následně mohou produkovat mykotoxiny, které snižují užitečnost zvířat a způsobují řadu onemocnění. Pro svůj růst tyto mikroorganismy spotřebovávají sacharidy, kyselinu mléčnou a další živiny a produkují oxid uhličitý a teplo. Nadměrné teplo následně znehodnocuje bílkoviny a další živiny. Celkově tyto změny mají za následek ztráty na sušině a celkové kvalitě siláže (ADESOGAN a NEWMAN, 2016). Denní odběr siláže z otevřené strany by dle COLLINSE a OWSENSE (2003) neměl klesnout pod 15 cm. K otevření silážního skladu by mělo dojít až po dokončení druhé fermentační fázi, která trvá tři až šest týdnů. Vhodnější je však přístup, kdy dojde k otevření silážního skladu po dvou až třech měsících.

Rozsah znehodnocení siláže teplem po otevření siláže závisí na celkovém počtu aerobních a anaerobních mikroorganismů, kvalitě fermentačního procesu, celistvosti otevřené silážní stěny a době pronikání vzduchu do siláže, okolní teplotě, technologii odběru siláže a dobou mezi odebráním a zkrmováním (PŘIKRYL, 2012).

2.2 Technologie silážování

Pro pěstování a následná sklizeň plodin pro silážní účely je zapotřebí řady různorodých strojů, které slouží pro založení porostu, ošetřování během vegetace a následné sklizni s přepravou plodiny několikrát během roku (LEHMANN et al., 2017). Pro sklizeň je důležité nejen zajistit co nejvyšší výnos, ale i zachovat co nejvyšší kvalitu silážované plodiny, která je dána energetickou hodnotou sklizené plodiny. Dalšími ukazateli jsou též sacharidy, dusíkaté a minerální látky, vitamíny a makroelementy. Vedle agrotechnických požadavků musí způsob sklizně také splňovat požadavky agrometeorologické (ČERVINKA, 2004). Technika silážování je zaměřená na vyloučení molekulárního kyslíku ze silážovacího procesu. Proto je nutné silážovaný materiál rozřezat, používat vhodná síla, silážovaný materiál rychle naskladnit, dostatečně zhutnit a vzduchotěsně uzavřít (ČERMÁK et al., 2008).

2.2.1 Termín sklizně

Krmné plodiny určené pro přímé krmení či silážování se na rozdíl od ostatních plodin nesklízejí až na konci vegetačního období, ale v jejím průběhu. Plodina pro krmení či konzervaci by měla být mladá, s nízkým obsahem vlákniny, lehce stravitelná a s optimálním obsahem bílkovin (PŘIKRYL, 2012). Pozdní termín sklizně naopak vede k nižší stravitelnosti organické hmoty, navýšení vlákniny a úbytku energie. To vede k obtížnějšímu dusání, ke zvýšenému riziku špatného kvašení a následnému nižšímu příjmu zvířaty. Podíl na celkové ztrátě stravitelnosti má pozdní sklizeň až ze 30 % (KULOVANÁ, 2002).

Proto dle PŘIKRYLA (2012) je velmi důležité stanovení optimálního stádia zralosti, neboť se zvyšujícím se stářím rostliny klesají kvalitativní parametry. Termín sklizně nezávisí jen na živinovém složení, ale i na následném využití silážované plodiny. Na termín sklizně také působí agrometeorologické vlivy. KULOVANÁ (2002) uvádí termín sklizně například vojtěšky na počátku butonizace, jetel na počátku kvetení, trávy na začátku metání, případně před metáním, obiloviny v těstovité zralosti zrna a kukuřice na siláž dle typu hybridu podle sumy efektivních teplot nebo stupně uložení škrobu. Pozdní sklizeň má za následek snížení kvality, kterou nelze ničím napravit. V tabulce 3 je uvedena optimální vegetační fáze při sklizni.

Tabulka 3 - Optimální vegetační fáze v době sklizně

Druh	Optimální vegetační fáze
Vojtěška	období tvorby květních poupat (butonizace)
Jetel	počátek kvetení
Kukuřice	mléčně-vosková zralost zrna, sušina celé rostliny: 30 – 35 %
Trávy	období metání
Bob	mléčná zralost spodních lusků
GPS	mléčně-vosková zralost zrna
LKS	sklizeň, když je obilnina v mléčně-voskové zralosti

(TYROLOVÁ a VÝBORNÁ, 2010)

2.2.2 Výška strniště

Optimální výška strniště se uvádí v 8 až 10 cm. Nízkou sečí se poškozuje kořenový systém některých druhů travin, které následně ustupují plevelům (JEDLIČKA, 2018). Dalším rizikem nízkého strniště je kontaminace píce hlínou se spoustou nežádoucích mikroorganismů. Takto znehodnocená píce má za následek rozvoj plísní a nežádoucích bakterií, mezi které patří klostridie, která mění žádoucí kyselinu mléčnou a sacharidy na nežádoucí kyselinu máselnou. Nejvyšší rizikovost kontaminace píce těmito sporami je u plodin, které se před silážováním nechávají zavadnout na strništi (KUDRNA et al., 2006). Při sklizni celé rostliny kukuřice na siláž je doporučena výška strniště okolo 45 cm. Nižší partie rostliny mají výrazně nižší stravitelnost, protože obsahují vyšší podíl vlákniny a ligninu. Při dodržení optimální výšky strniště můžeme získat zvýšení stravitelnosti, vyšší obsah živin a není zde zapotřebí nutnosti využití silážních aditiv (SOBOTKA, 2016). Sklizeň na vyšším strništi zvyšuje stravitelnost NDV a ADV. Ztráta výnosu na jednotku plochy, v důsledku vysokého strniště, je mnohem menší v případě pozdější sklizně. Žádný nepříznivý vliv na fermentační kvalitu a aerobní stabilitu nebyl pozorován kvůli výšce strniště (AOKI et al., 2013).

2.2.3 Způsob sklizně

Způsob sklizně lze rozdělit podle složitosti a počtu pracovních operací na jednofázovou, kdy je plodina sklizená tzv. přímo při dosažení optimálního růstového stadia a požadovaného podílu sušiny a na vícefázovou, kdy optimální podíl sušiny získáme zavadnutím posečené plodiny na strništi.

Další rozdělení způsobu sklizně je dle obsahu sušiny na siláž čerstvé hmoty (sušina 22 – 26 %), siláže z částečně zavadlé hmoty (sušina 26 – 35 %) a siláž ze zavadlé hmoty (sušina 35 – 50 %) (GÁLIK et al., 2015).

2.2.4 Optimální hodnota sušiny

Sušina má významný vliv na průběh biochemických procesů během silážování u všech píceň. Nižší obsah sušiny u silážované hmoty má spojitost s intenzivnějším heterofermentativním kvašením a vyšším podílem kyseliny octové a máselné (VYSKOČIL et al., 2011). SOBOTKA (2016) uvádí pravidlo, kdy optimální hodnota sušiny je taková, kdy neodtékají silážní šťávy ze skladovacích prostor. Sušina

silážované hmoty by měla dosahovat rozmezí 28 – 40 %. Záleží také na technologii a době skladování.

Zvláštní důležitost obsahu sušiny mají zvláště bílkovinné pícniny, které obsahují nižší koncentraci sacharidů. Vyšší obsah sušiny je proto důležitý u obtížně silážovatelných plodin, omezuje aktivitu látkového metabolismu nežádoucích mikroorganismů při fermentaci a tím snižuje ztráty živin. Přesto není doporučováno překračování obsahu sušiny u víceletých pícnin nad 45 – 50 % (VYSKOČIL et al., 2011).

Konzervační efekt optimálního obsahu sušiny spočívá ve zvýšení koncentrace sacharidů, zvýšení osmotického tlaku v buněčné šťávě, která snižuje množství konkurenční mikroflóry (bakterie mléčného kvašení jsou k vyššímu obsahu sušiny více tolerantní), zvýšení bakteriostatického a selektivního účinku a zlepšení podmínek pro vlastní fermentační průběh (ZIMMER a HONIG, 1987; KNABE et al., 1985 – cit. DOLEŽAL, 2012). Optimální obsah sušiny u jednotlivých krmiv uvádí tabulka 4.

Tabulka 4 - Optimální obsah sušiny pro silážování jednotlivých krmiv

Optimum		Rozmezí
Vojtěška	42 %	40 – 45 %
Jetel červený	40 %	38 – 45 %
Jetelotrávy	38 %	35 – 45 %
Trávy luční	35 %	32 – 40 %
Trávy na orné půdě	38 %	35 – 45 %
Silážní kukuřice	33 %	28 – 34 %
LKS kukuřice	55 %	50 – 60 %
Silážované zrno obilnin	65 %	60 – 70 %
Cukrovarské řízky	22 %	18 – 24 %

(DOLEŽAL, 2012)

2.2.5 Úprava při sklizni

U některých pícnin a travních porostů je zapotřebí vícefázové sklizně, kdy dochází k tzv. zavadnutí na strništi. Při tomto typu sklizně je obvykle dosaženo sušiny okolo 35 %. Tuto siláž nazýváme siláž o vyšší sušině, nebo také starším názvem senáž. Pokud u těchto plodin není z nějakého důvodu dosaženo dostatečné zavadnutí a požadovaná sušina, je žádoucí podpořit fermentaci přidáním chemických aditiv s vysokým podílem kyseliny mravenčí (LOUČKA, 2013).

DOLEŽAL (2012) v tabulce 5 dále rozděluje maximální stupeň zavadnutí podle využitému typu silážního skladu.

Tabulka 5 – Maximální stupeň zavadnutí dle silážního skladu

Typ silážního skladu	Maximální stupeň zavadnutí
senážní žlaby a věže	30 – 35 %
senážní vaky PE	40 – 45 %
lisované obalované balíky	45 – 50 %

(DOLEŽAL, 2012)

Při zavadání dochází u silážovaných rostlin nejen k úbytku vody, ale i ke ztrátě živin a stravitelnosti v důsledku změny skladby stravitelných dusíkatých látek. ČERVINKA (2004) uvádí ztráty na pokose v rozsahu 3 – 8 % a při sklizni v rozmezí 4 – 13 %. Proto LOUČKA (2013) stanovuje dobu k dosažení kvalitního zavadnutí na strništi, aniž by k došlo ke zbytečným ztrátám, na jeden až dva dny.

Z důvodu těchto požadavků je zapotřebí zvýšené pozornosti u intenzity a rovnoměrnosti zavadání píce na pokose. Řada žacích strojů vytváří po posečení řádky. U těchto řádků je proces zavadání značně nerovnoměrný. Proto je důležité dosažení rovnoměrnosti zavadání silážované hmoty a snížení ztrát v průběhu zavadání (ČERVINKA, 2004). Pro lepší rovnoměrnost zavadání se využívá např. kondicionér, který se umísťuje na žací stroj. Využití kondicionéru může proces zavadání urychlit až o 30 % (LOUČKA, 2013). ČERVINKA (2004) a LOUČKA (2013) uvádějí dva typy technologií kondicionérů:

- Prstový kondicionér - úprava pícnin nárazy, lámáním a odíráním (pro úpravu jetelovin a luskovin)
- Válcový kondicionér - úprava pícnin stlačením, lámáním nebo drcením stonků (pro úpravu travních porostů)

Se zavadlou pící je velmi důležité zacházet co nejšetrněji, aby nedocházelo ke ztrátě cenných částí rostlin (zvláště lističků). Důležitou podmínkou je proto šetrné obracení a nahrnování silážované hmoty. Za strojem by mělo zůstat strniště čisté beze zbytků píce, ale zároveň aby nedocházelo ke kontaminaci např. hlínou a kamením. V případě nutnosti obrácení silážované píce je nutné počítat se ztrátami (LOUČKA, 2013). Mezi ztráty patří zejména olistění. Tato hodnotná část rostliny obsahuje velký

podíl dusíkatých látek, energie a minerálních látek včetně nenasycených mastných kyselin a vitamínů (HEJDUK, 2018).

2.2.6 Délka řezanky

S rostoucím obsahem sušiny se klade větší požadavky na kratší řezanku. Z hlediska silážní fermentace je požadována co nejkratší řezanka a u kukuřice navíc s rozdrčeným zrnem a větveny palic. Naproti tomu z hlediska správné fyziologické funkce bachoru jsou žádoucí částice větší než 8 mm, aby sacharidy vlákniny mohly splnit svojí strukturní funkci. Pokud nemá krmná dávka požadovanou strukturu, snižuje se motorika bachoru, dojnice přestává přežvykovat, čímž se snižuje produkce slin potřebných k pufraci mastných kyselin tvořených v bachoru (GALÍK et al., 2015). SOBOTKA (2016) uvádí průměrnou délku řezanky v závislosti na technologii sklizeče u sklízecích řezaček na 10 – 20 mm a u sběracích vozů 20 – 60 mm, která je při vyšší sušině silážované hmoty příliš dlouhá. MUCK a KUNG (2007) uvádějí délku řezanky 9,5 – 12,5 mm u luskovinných plodin a kukuřice bez následující úpravy palic drcením a 20 mm u kukuřice, u které musí dojít k následné úpravě palic drcením. Pozornost je také potřeba věnovat dle GÁLIKA et al. (2015) i délce řezanky u víceletých pícnin. Za vyhovující se podle něho považuje délka 40 – 60 mm při odpovídajícímu obsahu sušiny. Délka nad 60 mm je z hlediska optimálních podmínek pro fermentaci příliš dlouhá.

2.3 Skladovací prostory

V současnosti je nejčastějším typem silážních prostor využívaných na středních a větších farmách silážní žlab nebo silážní vak. Tato varianta je i ekonomicky nejvýhodnější. Využití silážních věžových sil je otázka spíše starších provozů. Menší farmy s menším denním odběrem siláže často využívají varianty silážování do obalovaných válcových nebo hranatých balíků (KUDRNA et al., 2006)

2.3.1 Silážní žlab

Plnění a vlastní dusání

Silážní žlaby rozděluje GÁLIK et al. (2015) podle polohy k půdě na povrchové, částečně zahloubené a zahloubené.

Před naskladňováním silážního žlabu je zapotřebí dbát řádného vyčištění (KUDRNA et al., 2006) a kontrole technického stavu bočních stěn a dna žlabu. Samozřejmě by měla být i kontrola funkčnosti sběrných a odvodových kanálů (DOLEŽAL et al., 2012).

Důležitá je také následná čistota při naskladňování. Dopravní prostředek by měl silážovanou hmotu vysypat na okraj žlabu a na nahrnutí s rozvrstvením by měl provést rozhrnovací či dusací prostředek. Doporučuje se rozvrstvovat od zadního čela do tzv. klínu. Toto opatření zabraňuje zanesení nečistot a nežádoucích bakterií do siláže (LOUČKA, 2013).

Následným dusáním odstraňujeme ze silážované hmoty vzduch a napomáháme tím brzkému vytvoření anaerobního prostředí, které je potřebné pro žádoucí mikroflóru. V závislosti na dusání má i spojitost délka řezanky a obsah sušiny. Společně mají vliv na výslednou hutnost siláže, která zabraňuje prostupování vzduchu do fermentující, ale i při otevření a odebírání již vyzrálé siláže. Proto je pro dosažení žádoucí hutnosti siláže důležité naskladňovat v tenkých vrstvách. SOBOTKA (2016) udává optimální vrstvu v 15 cm, maximálně ve 30 cm. S touto tloušťkou souhlasí i GÁLIK et al. (2015), který uvádí tloušťku 20 cm. Následně je silážovaná hmota dusána vhodnou mechanizací s dusači. K významu vrstvení siláže v tenkých vrstvách WACEK-DRIVER (2017) zdůrazňuje i soudržnost siláže, která pomáhá při odebírání. U dusání je také důležitá i doba dusání, respektive počet přejezdů. SKLÁDANKA (2012) uvádí přepočtený čas na jednu tunu na 3 – 6 minut. Doba pod 2 minuty je nedostatečná a vede k poréznosti, zahřívání a plesnivění. Počet přejezdů by měl za takových podmínek dosahovat minimálně pět. Dle GÁLIKA et al. (2015) při použití lehčího dusače by měl počet přejezdů stoupnout až na 10. HULSEN a AERDEN (2014) zmiňují jednodušší poučku. Podle nich by se měla navážet do žlabu maximálně trojnásobná váha dusače za hodinu.

Výsledná zhutnělá silážovaná hmota by měla dosahovat 200 – 220 kg sušiny/m³. To by se mělo rovnat 660 – 730 kg původní hmoty/m³ (SOBOTKA, 2016). MUCK a HOLMES (2000) ve svém výzkumu ve Wisconsinu naměřili 106 – 434 kg sušiny/m³. DOLEŽAL et al. (2013) zdůrazňuje zhutnění a měrnou hmotnost v souvislosti s nižšími náklady na jednotku sušiny, vyšší kvalitou a trvanlivostí.

Zakrytí a zatížení

Pomalé plnění a opožděné zakrytí negativně ovlivňuje kvalitu siláže. Zpoždění utěsnění o 4 dny vede ke ztrátám sušiny až o 11 %, k nárůstu počtu kvasinek a k poklesu až 65 % vodorozpustných sacharidů v siláži (BRUNING et al., 2018).

Před začátkem naskladňování silážního žlabu se přes stěny natáhne tenká mikrotenová folie o síle 0,04 mm. Volné konce necháme po dobu plnění a dusání mimo žlab. Po skončení dusání, které dle AERDENA a HULSENA (2014) by mělo trvat ještě jednu hodinu po přivezení posledního vozu, doporučuje DOLEŽAL et al. (2012) povrchové ošetření stěn a povrchové vrstvy silážované píce chemickým přípravkem. Následně se na silážovanou hmotu pokládá tzv. transparentní folie, která má opačný statický náboj než silážovaná hmota a přilne k ní. Na ní se pak pokládají volné konce bočních fólií a svrchní silážní folie. Mezi těmito foliemi se vytváří vzduchová izolační vrstva, která zamezuje kondenzaci par a vyrovnává změny teplot. (LOUČKA, 2013). Svrchní silná silážní folie musí splňovat UV stabilitu, dvouvrstvá a většinou černobílé či zelené barvy. Tyto folie mají tloušťku zpravidla 0,15 - 0,18 mm a mají dokonale izolovat silážovanou hmotu od vnějšího prostředí. Proto by měla přesahovat přes okraje silážního žlabu aspoň 1 m, aby dešťová voda mohla odtékat přes okraj žlabu vně a nezatékala do siláže. Důležité je také se vyvarovat využití starších černých fólií, které jsou více porézní, pohlcují sluneční paprsky a propouštějí vzduch (DOLEŽAL et al., 2012). SOBOTKA (2016) se také zmiňuje o vhodnosti využití ochranné sítě a důležitost zatížení krycí folie. Nejčastěji jsou k tomuto účelu využity staré pneumatiky, dřevní pásy, betonové panely nebo nejlépe zátěžové pytle. DOLEŽAL et al. (2012) dále varuje před nevhodností zatížení pomocí písku nebo zeminy. Při poškození folie hrozí riziko kontaminace siláže tímto materiálem. WACEK-DRIVER (2017) dále upozorňuje, že tímto práce nekončí. Důležitá je i následná pravidelná kontrola folie a těsnosti švů. Mělo by se to stát rutinní prací na farmě zvláště po silném větru či jiných klimatických vlivech.

2.3.2 Silážní vaky

Výroba a uskladňování siláže ve vacích je jedním z novějších trendů. Často jsou vaky využívány nejen na uskladnění siláže, ale i k uskladnění zrna kukuřice či sóji. Největší rozdíl je však v plnicích strojích, které jsou k různému použití rozdílné a jsou na ně kladeny rozdílné nároky (VENTER, 2017). Například LOUČKA (2012) uvádí

trend silážování do vaku mačkaného obilného zrna nebo šrotovaného vlhkého kukuřičného zrna. Takovéto lisy na vaky jsou často vybaveny mačkači či šrotovníky. Dále uvádí, že lisy na vaky lze rozdělit podle technologie plnění na lis s podélným šnekem tzv. typ Rotopress s přímým plněním násypkou nebo uskladňovacím stolem a na lis s příčnými válci s plněním zespoda, či využitím uskladňovacího stolu. Tento lis je intenzivnější a doporučuje se pro plnění ze senážního vozu.

KUDRNA et al. (2006) zmiňuje výhodu silážních vaků v malé otevřené ploše při odběru, u které hrozí nižší riziko pronikání vzduchu do siláže a aerobní nestabilita. Dalším kladem je stlačení veškerého materiálu při plnění vaku a brzké uzavření po naplnění. Důležité však je si zvolit pro vak vhodné místo se zpevněným terénem.

Při silážování do vaku je důležitým faktorem sušina. LOUČKA (2012) uvádí, že u bílkovinné a polobílkovinné siláže by neměla sušina překročit hodnotu 42 %. Při vyšší sušině často vznikají na vaku hrby se vzduchem, kterým nelze zabránit. V těchto případech je nutnost využití vhodných aditiv.

GÁLIK et al. (2015) zmiňuje výhody technologie silážování do vaku, mezi které patří vysoká univerzálnost a kvalita krmiva s nízkými náklady. Dále odpadají náklady na výstavbu nových silážních žlabů, či jejich rekonstrukci a širší uplatnění mimo podnik ve službách. Další nespornou výhodou je uzavření vaku v případě nepřízně počasí. Mezi nevýhody však patří jednorázové využití fólie (vaku) a snadné protržení při nebo po plnění.

2.3.3 Silážování do fólií obalovaných balíků

Technologie silážování do fólií obalovaných válcových nebo hranatých balíku je oblíbeným způsobem zvláště pro menší farmy zaměřující se na chov skotu na maso nebo na produkci mléka. Tato siláž se vyznačuje vyšší sušinou a důležitostí vytvoření anaerobního prostředí (COBLENTZ a ATKINS, 2017). Technologický proces se od ostatních předešlých způsobů především liší sběrem silážované píce, která je bezprostředně lisovaná do balíků. Na tento krok navazuje následovné zabalení balíku do několika vrstev speciální lepicí a smršťovací fólie, která ho anaerobně uzavře (DOLEŽAL et al., 2012). CHOW a HIROSE (2017) vyznačují u této fólie význam kyslíkové bariéry a roztažnost se smršťováním, čímž je vhodná i pro dlouhodobé skladování. KUDRNA et al. (2006) doporučuje využití konzervačních přípravků, které napomůžou zlepšení kvality. Není však vhodné využití konzervačních prostředků

v podobě granulí. Metoda silážování do obalovaných balíků je vhodná na farmy s nízkým nebo nepravidelným odběrem.

LOUČKA (2011) dělí tuto technologii na více variant. Lisovat lze do válcových nebo hranatých balíků a následné balení do folie lze jednotlivě nebo hromadně v řadě za sebou. Dnes již není problém ani lisování a balení drobnějšího materiálu, jako je kukuřičná řezanka či cukrovarské řízky.

V této technologii je nejdůležitější zamezení přístupu vzduchu, protože silážovaná píce bývá často konzervovaná za vyšší sušiny (45-55 %) než u ostatních technologií. Dále často dochází k nekvalitnímu nařezání (delší řezanka), která omezuje dostupnost sacharidů z píce k bakteriím mléčného kvašení a omezuje tím tvorbu kyseliny mléčné a výsledné vyšší pH. Větší délka řezanky a vyšší sušina také zabraňují dostatečnému zhutnění balíku při lisování (COBLENTZ a ATKINSE, 2017).

Nevýhodou jsou samozřejmě vyšší náklady na výrobu siláže a vysoká rizikovitost poškození folie na balíku. Často takové poškození vede k brzkému zkažení siláže v balíku. Dalším rizikem je snaha o šetření na obalovém materiálu. Často dochází k obalení balíku pouze čtyřmi a méně vrstvami. Do takového balíku může pronikat vzduch, který zamezí žádané fermentaci. Doporučuje se obalení balíku minimálně šesti vrstvami folie (LOUČKA, 2011). Dle LI et al. (2018) lze zaručit kvalitu siláže v balíku zabalením nejméně pěti vrstvami roztažné fólie.

Někdy se může taky stát, že z důvodu nepřízně počasí nebo při problémech s technikou, dojde k opoždění doby zabalení. V takovýchto situacích dochází k nežádoucí fermentaci při které sacharidy oxidují na oxid uhličitý, vodu a vytváří odpadní teplo. Někdy se tento jev nazývá spontánní ohřev, který ovlivňuje následnou žádoucí fermentaci a výslednou kvalitu siláže (COBLENTZ a ATKINS 2017).

Naopak mezi zajímavé výhody této technologie je nízká kyselost, díky které lze tato siláž zařadit do výživy koní. Mezi další výhody patří malé fermentační ztráty a na rozdíl od silážních žlabů lze snadno silážovat i menší plochy (DOLEŽAL, 2004).

2.4 Využití silážních aditiv

Pro úspěšný proces fermentace je nezbytné kromě souboru technologických zásad použít také odpovídající konzervační přípravek, který napomůže u konzervované píče minimálním ztrátám při zachování všech hygienických aspektů (PŘIKRYL, 2012). Silážní aditiva mají garantovat lepší kvalitu siláží, s menším stupněm rozkladu bílkovin, s příznivým obsahem a poměrem kvasných kyselin. Dále mají snížit ztráty energie vlivem rychlejší acidifikace silážované hmoty a posílit aerobní stabilitu (VYSKOČIL et al., 2011).

PŘIKRYL a KALAC (2004) zdůrazňují, že silážní konzervanty mohou nahrazovat jisté nedostatky u silážované píče, ale nenahrazují prohřešky v technologických postupech a zásadách při silážování.

Dle HULSENA a AERDENA (2014) mohou silážní aditiva obsahovat různé složky určené ke konzervaci. Obsahují inokulanty (BMK), produkty určené k ochraně silážní hmoty (soli, kyseliny) a produkty určené k fermentaci na kyseliny (melasa). JEDLIČKA (2018) dále uvádí močovinu ke zvýšení obsahu dusíkatých látek, absorbenty k pohlcení nežádoucí vlhkosti, pachu a toxinů nebo suchý led, který slouží ke snížení teploty silážované hmoty. Další produkty mohou zase snížit povrchové napětí nebo ochránit dusíkaté látky před karboxilací či deaminací v počáteční fázi silážování či snižovat celkovou produkci metanu u přežvýkavců krměných siláží.

Silážní aditiva lze rozlišovat různými způsoby. KUNG et al. (2003) je rozděluje na stimulanty a inhibitory fermentace. SPOELSTRA (1991) dělí silážní aditiva na:

- Aditiva redukující zkažení siláže – mezi tyto aditiva patří aditiva chemická (kyselina propionová, octová, mravenčí a další)
- Aditiva zvyšující obsah dusíku (např. močovina)
- Aditiva zvyšující obsah fermentovatelných sacharidů (melasa, enzymy)
- Aditiva BMK – nazývané také jako bakteriální nebo inokulant (*Lactobacillus plantarum*, *L. buchneri*, *Enterococcus faecium*, a další BMK)

Naopak JEDLIČKA (2018), KUDRNA a kol. (2006) a PŘIKRYL (2012) rozdělují silážní přípravky na biologické, biologicko-enzymatické, chemické a biologicko-chemické.

2.4.1 Biologické

Biologická silážní aditiva obsahují vhodné druhy BMK, které stimulují mléčné kvašení na začátku fermentačního procesu, při kterém dochází k rychlému okyselení silážní hmoty a tím i k eliminování nežádoucích rozkladných procesů (PŘIKRYL, 2012). KUDRNA et al. (2006) uvádí, že oproti aditivům chemickým jsou biologické přípravky levnější a neplatí pro ně přísné požadavky na bezpečnost práce.

Aplikují se jako tekuté (rozpuštěné v daném množství vody) nebo granulované. Výhodou tekutých přípravků je rovnoměrná aplikace do silážované hmoty. Nevýhodou je omezení doby skladovatelnosti rozředěného přípravku. Granulované přípravky se nehodí k silážování hmoty o vyšší sušině (více než 45 %) a při silážování do obalovaných balíků, kdy dochází k velké ztrátě účinnosti přípravku (TYROLOVÁ, 2013).

DAVIES (2015) dělí biologické přípravky z BMK dle typu kvašení na:

- Homofermentativní, které produkují z rostlinných sacharidů převážně kyselinu mléčnou a tím urychlují fermentaci. Tyto bakterie snižují ztráty a tím i zvyšují obsah živin v siláži.



Ztráty: sušina 0 %, energie 0,7 %

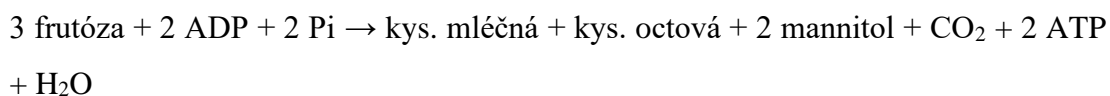
Pi = volný anorganický fosfát

Mezi nejpoužívanější homofermentativní bakterie patří: *Lactobacillus plantarum*, *Enterococcus faecium*, *Pediococcus pentosaceus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus rhamnosus* (TYROLOVÁ, 2013)

- Heterofermentativní, které produkují z rostlinných sacharidů kombinaci kyseliny mléčné, octové, H₂O a CO₂. Při odebrání produkty těchto bakterií zlepšují aerobní stabilitu, ale nezlepšují rychlost fermentace a nepotlačují tolik produkci amoniaku a kyseliny máselné (DAVIES, 2015).



Ztráty: sušina 24 %, energie 1,7 %



Ztráty: sušina 4,8 %, energie 1 %

Mezi nejpoužívanější heterofermentativní bakterie patří: *Lactobacillus buchneri*, *L. brevis* (TYROLOVÁ, 2013).

TYROLOVÁ (2013) uvádí, že biologické aditivní přípravky jsou vhodné především do píce, které obsahují dostatečný obsah sacharidů. V případě pícniny s nižším obsahem sacharidů, je vhodnější využití bakteriálně-enzymatického přípravku. Tuto nevhodnost některých pícnin uvádí také KULOVANÁ (2001), která konkrétně zmiňuje nevhodnost biologického přípravku bez enzymatické složky u travní siláže s obsahem sušiny do 25 %, jetelové siláže do obsahu 30 % sušiny a celkově u krmiv s nižším obsahem sacharidů (1,5 až 3 % sacharidů v původní hmotě).

2.4.2 Bakteriálně-enzymatické

Bakteriálně-enzymatické přípravky obsahují kromě bakteriální složky také složku enzymatickou. Pro úspěšný průběh fermentačního procesu je zapotřebí dostatečný obsah vodorozpustných sacharidů, který může být rozdílný od celkového obsahu sacharidů. Některé formy sacharidů nejsou pro bakterie využitelné. Enzymy dokáží některé tyto složitější sacharidy rozložit na jednoduché sacharidy, které jsou již pro bakterie dobře přístupné (EMMERT, 2004). Enzymy s hydrolitickým účinkem, jako je celulóza a hemicelulóza, štěpí celulózu a hemicelulózu přes různé meziprodukty až na jednoduché cukry. Užívají se především pro silážování středně a obtížně silážovatelných pícnin. Amyláza, která štěpí škrob, je přidávána do konzervantů určených především do kukuřičných siláží sklizených metodou LKS (v zrna je velké množství škrobu (KUDRNA et al., 2006)). Glukózaoxidáza, která patří mezi enzymy oxidoredukční, přeměňuje glukózu na kyselinu glukonovou a peroxid vodíku. Kyselinu glukonovou následně BMK přeměňují na kyselinu mléčnou, etanol, acétát a oxid uhličitý. Využívá se u konzervace obtížně silážovatelných bílkovinných pícnin (EMMERT, 2004). TYROLOVÁ (2013) uvádí dvě výhody využití enzymů v silážních aditivech. Rozkládají vlákninu na fermentovatelné sacharidy, které dále využívají BMK jako zdroj energie. Druhou výhodou je zvýšení rozsahu stravitelnosti díky částečnému strávení rostlinných buněčných stěn.

2.4.3 Biologicko – chemické

Tyto přípravky obsahují kromě BMK a enzymů také soli kyseliny benzoové a sorbové. Kombinace biologické a chemické složky je výhodná. Bakterie zajišťují optimální kvašení a přidané kyseliny blokují růst plísní, množení kvasinek a částečně i hnilobných mikroorganismů. Vhodnost těchto přípravků je u siláží, u kterých je po otevření ohrožena aerobní stabilita (KUDRNA et al., 2006)

2.4.4 Chemické

Chemické konzervanty ihned okyselí hmotu a potlačí nežádoucí mikroorganismy. Jsou sice finančně náročnější, ale jejich použití představuje jistotu, že hmota bude dobře a dlouhodobě zakonzervovaná (KUDRNA et al., 2006). DOLEŽAL (2012) dále zmiňuje význam těchto přípravků v omezení nežádoucích fermentačních produktů, zejména zamezují hlubokému rozkladu proteinu, zvyšují aerobní stabilitu siláží, zlepšují příjem sušiny siláže a zvyšují stravitelnost živin.

TYROLOVÁ (2013) zmiňuje široké uplatnění těchto přípravků. Nejdůležitější úloha je silážování píce o nízké sušině. Dále jsou výhodné pro středně a obtížně silážovatelné píce, u kterých z důvodu nepříznivých podmínek nemohlo dojít k zavadnutí. Uplatnění mohou mít i u konzervace vlhkého, šrotovaného nebo mačkaného zrna. Svůj význam mají také při ošetření povrchové vrstvy u naskladněné píce v silážním žlabu.

Mezi chemické konzervační přípravky, které lze v současné době uplatnit ke konzervaci dle DOLEŽALA (2012) patří:

- Organické kyseliny
- Směsné konzervační prostředky obsahující i soli aromatických kyselin (benzoan sodný, sorban draselný)
- Louh sodný pro konzervaci vlhkého obilí
- Biochemické preparáty (biologicko-chemické aditiva)
- Amoniak
- Močovina

Z kyselin se nejčastěji využívá kyselina mravenčí, která zlepšuje konzervaci, ale neinhibuje kvasinky, které způsobují ohřev siláže, a kyselina propionová, která zlepšuje aerobní stabilitu. Soli benzoové, sorbátu a dusitanu, podobně jako kyseliny, omezují mikrobiální aktivitu. Benzoát a sorbát zlepšují aerobní stabilitu zamezením růstu kvasinek a plísní. Produkty obsahující dusitany inhibují enterobakterie a klostridii (DAVIES, 2015).

2.5 Hodnocení kvality silážovaných krmiv

Fermentační proces silážování je velmi složitý a těžko předvídatelný. Pracovníci po celém světě se snaží definovat, za jakých podmínek lze dosáhnout siláže předpokládané kvality, zda bude mít patřičnou účinnost u zvířat a zároveň bude dostatečně chutná. Variabilita siláží, silážovaných plodin, technologie silážování a druhy využívaných silážních aditiv je tak obrovská, že tento proces je takřka nekonečný (LOUČKA, 2013). Aby se posoudila a vyhodnotila kvalita krmiv, je zapotřebí mít objektivní hodnocení především u siláží z objemných krmiv. Tak jako se zvyšuje genetický potenciál dojníc a hybridů krmiv, tak se musí vyvíjet i kvalitativní hodnocení krmiv založené na přesných laboratorních rozborech (POZDÍŠEK, 2008).

I přes stále se zdokonalující metody chemických a biologických analýz, je nejlepším indikátorem kvality siláže zvíře, kterému je siláž předkládána. U zvířete se kvalita projevuje nejen na chuti a ochoty dané krmivo přijímat, ale i na zdraví, užitkovosti a kvalitě jeho produktů (LOUČKA, 2013). 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). Organoleptické posouzení, někdy také nazývané smyslové je subjektivní zhodnocení barvy, struktury, vůně a někdy i chutě. Organoleptické hodnocení je levné, rychlé, ale jen orientační. Oproti tomu hodnocení pomocí laboratorních testů udává zaměřené hodnoty, popřípadě rozpětí zaměřených hodnot (LOUČKA, 2013).

Tabulka 6 - Organoleptické hodnocení siláže (WILKINSON, 2005)

Ukazatel	Možný důvod
Barva	
Žlutá	Nízký obsah bílkovin, sekundární fermentace
Tmavě zelená	Vysoký obsah bílkovin
Hnědá	Přehřátá siláž, poškození bílkovin
Černá	Těžké přehřátí, kontaminace půdou, aerobní kažení
Šedobílá	Plesnivění
Textura	
Vlhká	Nízká sušina, nebezpečí sekundární fermentace
Slizká	Sekundární fermentace
Suchá	Vysoká sušina
Listovitá	Hodně energie a bílkovin
Stonkovitá	Málo energie a bílkovin
Hrubá, drobkovitá	Malý příjem
Měkká	Vysoký příjem
Lepkává	Zbytkové vodorozpustné cukry
Chuť/vůně	
Sladká	Dobře zkvašená, kyselina mléčná
Octovitá	Smíšené kvašení, kyselina mléčná a octová
Ovocná	Smíšené kvašení, činnost kvasinek
Dávivá	Sekundární kvašení, kyselina máselná
Ostrá	Překyselená siláž

WILKINSON (2005) uvádí laboratorní analýzy siláže, do které patří:

- Stanovení sušiny (u kukuřičné a travní siláže v silážní jámě 300 až 350 g sušiny/kg, 400 až 450 g sušina/kg u siláže ve vacích a balících) – nižší sušina vede k výskytu sekundární fermentace a vyšší sušina k menší odolnosti vůči plísním
- Stanovení pH – optimální hodnota by se měla pohybovat okolo 4, zároveň platí i vztah pH se sušinou, kdy se zvyšující se sušinou se zvedá i optimální hodnota pH
- Stanovení kyselin a etanolu – mezi kyselinami je nejdůležitější zastoupení kyselin mléčného kvašení. Oproti tomu je nežádoucí vyšší obsah etanolu, který zhoršuje aerobní stabilitu.
- Stanovení stravitelnosti a energické hodnoty – stravitelnost stanovujeme přímo na zvířeti, pomocí bachorové tekutiny, enzymaticky, pomocí kalibrační rovnice na přístroji NIRs, popřípadě stanovením ligninu a vlákniny. Energická hodnota siláže se vyjadřuje jako metabolizovatelná energie nebo jako netto energie laktace (NEL).
- Stanovení proteinu – často se využívá hrubý protein
- Stanovení potenciálního příjmu – test na zvířatech

Dle LOUČKY (2013) na ukazatel kvality siláže je zapotřebí hledět podle vztahu k původní hmotě. Z tohoto pohledu se látka v siláži dělí na tři skupiny:

a) Látky, které se během fermentačního procesu výrazně nezmění (sušina, tuk, vláknina, popeloviny a jednotky z nich vypočtené) – z nich se posuzují výživné hodnoty, ne však průběh a výsledek fermentace.

b) Látky, které se během fermentačního procesu výrazně mění (sacharidy, bílkoviny, karoteny a vitamíny) – štěpením bílkovin vznikají látky, které zhoršují pufrační vlastnosti siláže a bílkoviny znehodnocují. Obecně se tento jev nazývá proteolýza.

c) Látky, které během fermentačního procesu vznikají (kyselina mléčná, těkavé mastné kyseliny, oxid uhličitý, alkoholy a kondenzační produkty jako aceton, diacetyl, 2,3 butandiol a další) – nejdůležitější pro hodnocení fermentačního procesu.

Pro použití naměřených hodnot v praxi potřebujeme kompetentní interpretaci a přepočty výsledků analýz na vyživářské ukazatele a parametry. Pro rozhodování o nákupu nebo pro porovnání dvou či více krmiv potřebujeme také přehledný a přiměřeně kompetentní systém. Porovnat krmiva ve všech analyzovaných parametrech a na tomto základě se rozhodnout, není jednoduché. Pro tento účel slouží hodnotící systémy, které interpretují výsledky rozborů do přehlednějšího systému kvalitativních tříd (MITRÍK, 2016).

2.5.1 Současné hodnocení kvality siláží v ČR

V ČR je v současnosti nejčastěji používaným programem pro hodnocení siláží Norma 2004, která byla vyhotovená pracovníky firmy AgroKonzulty Žamberk s.r.o. Hodnocení siláží podle této normy vychází z obsahu sušiny, vlákniny, dusíkatých látek a výsledky fermentačního procesu (smyslové posouzení, stupeň proteolýzy a obsah kyseliny máselné) (LOUČKA, 2013).

Důvodem pro zavedení sušiny do hodnocení kvality u siláží je současný stav v technologii krmení. Velkou měrou se zavedly krmné míchací vozy se systémem krmení TMR, který vyžaduje, aby siláže měly optimální sušinu cca 35 % a aby se výsledná sušina míchanice pohybovala u dojníc po otelení na úrovni 40-50 %. Vlákna je nezbytnou součástí hodnocení kvality siláží (V hodnocení jsou uvedeny dvě metody na stanovení: Vlák.1 – metoda podle HENNEBERGA a STOHMANN

a Vlák.2 – metoda podle SCHARRERA a KÜRSCHNERA. Při hodnocení krmiva si laboratoř vybere sloupec podle metody, kterou používá). V příštích letech do hodnocení vlákniny bude kvalitativně vstupovat i ADV a NDV. Tyto parametry mají přímý vztah ke stravitelnosti organické hmoty a k celkovému příjmu krmiva. Obsah dusíkatých látek v bílkovinných pícech patří také k hlavním kvalitativním ukazatelům. Obsah NL v krmivu ovlivňuje cenu krmné dávky, protože při nedostatku dusíkatých látek se musí chybějící dusík doplnit do krmné dávky přes drahé bílkovinné koncentráty (POZDÍŠEK, 2008).

Proteolýza

Jedním z nežádoucích biochemických procesů, který způsobuje značné ztráty, je proteolýza. Proteolýza je rozklad bílkovin až na amoniak a na biogenní aminy. Tento proces zapříčiňují klostridie, především u siláží pod 30 % sušiny, kde buňky pletiv mají nízký osmotický tlak a klostridie mohou pronikat do buněk. Při sušinách nad 35 % je výskyt činnosti klostridií minimální (MIKYSKA, 2007).

Produkty rozkladu bílkovin jsou velmi toxické (biogenní aminy, histamin, putrescin, kadaverin a další). U kukuřičné siláže, která má relativně nízký obsah dusíkatých látek a patří mezi lehce silážovatelné plodiny, není tento parametr důležitý. V silážích s vyšším obsahem dusíkatých látek je riziko rozkladu bílkovin vyšší. Vyšší obsah bílkovin zvyšuje počáteční hodnotu pH a současně představuje pufrční bariéru, která zpomaluje pokles pH v silážní hmotě. U jetelovin k pufrčnímu mechanismu přistupuje také vysoký obsah vápníku, který tuto bariéru zesiluje. Indikátorem rozkladu bílkovin je přítomnost volného amoniaku. Proteolytický proces probíhá v určité míře také hydrolyzou bílkovin v kyselém prostředí silážované hmoty a vysoký obsah vody tento proces podporuje. Mikroorganismy, které se nacházejí v prostředí silážované hmoty, mají různou proteolytickou aktivitu. Proto se do silážních aditiv vybírají druhy a kmeny bakterií, které mají nejnižší proteolytickou aktivitu. Z toho vyplývá, že nežádoucí mikroorganismy (enterobakterie, klostridie) podporují vznik volného amoniaku, kyselinu máslovou a octovou a potenciálně i toxické biogenní aminy (MITRÍK, 2016). Stupeň proteolýzy se vypočítá jako podíl amoniaku z obsahu dusíku celkového (LOUČKA, 2013).

2.5.2 Hodnocení kvality siláží v Německu

Hodnocení kvality siláží dle KAISERA (2006)

V Německu mají pro hodnocení kvality siláží pět stupňů. Ponechávají volnost v tom, zda se hodnotí podle chemických ukazatelů, nebo dle sensoriky. Chemické hodnocení je společné pro všechny druhy siláží, sensorické je rozděleno podle druhu siláže, každá totiž má jiné sensorické hodnocení. Tato metodika vychází z toho, že průběh fermentace z devadesáti procent charakterizují fermentační produkty, hlavně kyselina máselná a octová v sušině (LOUČKA, 2013).

Kyselina máselná je charakteristickým fermentačním produktem klostridií. Sama o sobě má nepříjemný zápach, ale typický nepříjemný zápach špatně vyfermentované siláže má svůj původ především v přítomnosti rozkladných produktů bílkovin, které nazýváme biogenní aminy (MITRÍK, 2016).

Kyselina octová je fermentační produkt, který je nejčastěji spjatý s heterofermentativními BMK. Tato kyselina také vzniká při fermentaci enterobakterií a klostridií. Proto obsah a koncentrace kyseliny octové, která v principu představuje nejúčinnější biologický nástroj proti kvasinkám a plísním, zařazujeme mezi důležité parametry hodnocení fermentační kvality siláží (MITRÍK, 2016).

Analýza fermentovaných vzorků se díky této nové metodě hodnocení značně zjednodušila. Protože napříště již nebude nutné stanovovat obsah amoniakálního dusíku z celkového množství dusíku, protože odbourávání proteinů bude možné posoudit na základě obsahu kyseliny máselné. Kromě toho již nebude mít při posuzování tak velkou váhu hodnota pH, poněvadž se při analýze cca 2400 vzorků prokázalo, že i siláže s nízkou hodnotou pH mohou obsahovat kyselinu máselnou a naopak i vzorky s vysokou hodnotou pH mohou být prosté kyseliny máselné. Nový způsob chemické analýzy je méně pracný a také méně finančně náročný (BIOM, 2006).

2.5.3 Hodnocení kvality siláží na Slovensku

Hodnocení kvality siláží dle MITRÍKA (2016)

Siláže se dle tohoto hodnocení dělí na čtyři skupiny: kukuřičnou siláž, bílkovinné siláže (podíl travin do 50 %), travní siláže (podíl bílkovinných rostlin do 50 %), obilné siláže (celé rostliny pšenice, ječmene, ovsy apod. také i ve směsce s bílkovinnými rostlinami) (MITRÍK, 2010). Dle tohoto systému hodnocení kvality siláží se hodnotí kvalita fermentačního procesu a živinové hodnocení. U kvality fermentace se sledují u všech skupin siláží vztah pH a sušiny, koncentrace kyseliny máselné a octové v sušině. U bílkovinných a travních siláží se dále sleduje % proteolýzy. V živinovém hodnocení se u kukuřičné siláže sleduje parametr koncentrace neutrálně-detergentní vlákniny (NDV) a škrobu. U zbylých skupin siláží se místo koncentrace škrobu sleduje obsah dusíkatých látek (NL) (MITRÍK, 2016).

Neutrálně detergentní vláknina

Neutrálně detergentní vláknina vyjadřuje obsah acidodetergentní vlákniny a hemicelulózy a je nejpřesnějším ukazatelem celkového obsahu vlákniny, resp. stavebních složek buněčných stěn rostlin. Podíl NDV by neměl klesnout pod 30 % a překročit 45 % v sušině (POZDÍŠEK, 2008). Podle MITRÍKA (2016) je pro každou skupinu krmiv klíčový hodnotící parametr NDV, protože tato živina se významně podílí na energetické hodnotě krmiva a zároveň je i klíčovým faktorem, který limituje příjem sušiny a tím i podmiňuje příjem ostatních živin. Koncentrace NDV v sušině je podmíněna na prvním místě vegetační fází, ve které byla píce sklizena. Dále ovlivňuje a mění koncentraci NDV ztráta suchých a jemných listových částí rostlin při sklizni, výškou strniště. Vzestup koncentrace NDV v sušině také způsobuje nezvládnutá silážní fermentace, protože průběhem těchto procesů vznikají vysoké ztráty lehce fermentovatelných živin, čímž následně dochází k vzestupu ostatních živin. Mezi další faktory patří genetický potenciál (hybrid), výživa porostu a klimatické vlivy.

Škrob

V kukuřičných silážích je koncentrace škrobu jedním z nejdůležitějších hodnotících parametrů, protože je to charakteristická živina pro tuto skupinu siláží a koncentrace dusíkatých látek v kukuřici má relativně malé rozdíly. Škrob v kukuřičných silážích tvoří cca 50 % energetické hodnoty (MITRÍK, 2016).

3. Materiál a metodika

Analýza kvalitativních ukazatelů konzervovaných krmiv silážováním byla provedena ve spolupráci s firmou Agro-la, spol. s. r. o. se sídlem v Jindřichově Hradci.

V diplomové práci jsou použity vyhodnocení 119 vzorků travních a kukuřičných siláží (45 travní siláž a 74 kukuřičná siláž). Vzorky pocházejí z 12 podniků z Jihočeského kraje a kraje Vysočina. U sledovaných siláží bylo využito silážních přípravků bakteriálních (79 vzorků z 10 podniků), bakteriálně-enzymatických (26 vzorků ze 3 podniků) a chemických (4 vzorky z 1 podniku). U 10 vzorků siláží, pocházejících z 1 podniku nebylo využito žádného přípravku. Podrobnější data o jednotlivých vzorcích a použitých aditivech se nachází v příloze.

Hodnoty vybraných ukazatelů byly získány dle řádných modifikovaných metod. Vlákna je stanovena podle metody Henneberga a Stohmanna. Dusíkaté látky jsou stanoveny dle Kjeldahla. Kyseliny máselná, octová a mléčná jsou stanoveny izotachoforézou (elektroforéza). Smyslové posouzení prováděl odborný pracovník firmy Agro-la.

Hodnoty získané z analýzy byly zařazeny dle normy EKO-LAB Žamberk (Norma 2004), německého systému hodnocení dle KAISERA (2006) a slovenského systému hodnocení dle MITRÍKA (2016) do tříd fermentace a vzájemně porovnány. Zkrácené metodiky hodnocení silážovaných krmiv se nachází v příloze. Hodnoceny byly i vzorky dle zastoupení živin dle Normy 2004. Upravené metodiky hodnocení jednotlivých norem jsou uvedeny v přílohách. Závěrem byly průměry hodnot sledovaných vzorků srovnány s vzorky vydanými firmou AgroKonzulta Žamberk, spol. s. r. o. v roce 2019 (MIKYSKA, 2019).

Metodika u statistického vyhodnocení

Pro vyhodnocení sledovaných hodnot byl použit statistický program Statistika.12 (Statsoft®). Charakteristika dat byla provedena pomocí popisných statistik, konkrétně byl uváděn počet pozorování, minimum, maximum, průměr, směrodatná odchylka a rozptyl. Pro vyhodnocení vlivu sledovaného faktoru na závislé proměnné byla využita jednofaktorová analýza rozptylu. V případě potvrzení vlivu daného faktoru (p -hodnota $< 0,05$) se provádí mnohonásobné porovnání pomocí Post-hoc testů. Výsledky jsou prezentovány v závislosti na statistické průkaznosti: $p < 0,001$ (***), $p < 0,01$ (**), $p < 0,05$ (*), tendence průkaznosti $p < 0,10$ (+), $p \geq 0,10$ (-).

Do statistického hodnocení bylo zařazeno 69 vzorků kukuřičné siláže rozdělených do dvou skupin podle využitých aditivních látek: na bakteriální (50 vzorků) a bakteriálně-enzymatické (19 vzorků).

4. Výsledky a diskuze

4.1 Porovnání hodnocení fermentačních parametrů mezi Normou 2004, Kaiserem (2006) a Mitríkem (2016)

V tabulce 7 je znázorněno rozložení hodnocení fermentačních tříd dle hodnotících systémů u vzorků kukuřičné siláže. Z tabulky můžeme posoudit celkově velmi dobrou kvalitu fermentace u kukuřičné siláže. To potvrzuje tvrzení, že tato plodina je snadno silážovatelná píce. Dále můžeme vidět vyšší citlivost zařazení do fermentační třídy dle MITRÍKA (2016) oproti jiným systémům. Tuto citlivost způsobuje hodnocení zastoupení kyseliny octové v sušině, které v Normě 2004 chybí a v hodnocení dle KAISERA (2006) je jiné v bodovém hodnocení. Grafické znázornění této tabulky je v grafu 1.

Tabulka 7 – Porovnání hodnocení fermentačního procesu u kukuřičné siláže dle zařazení do tříd

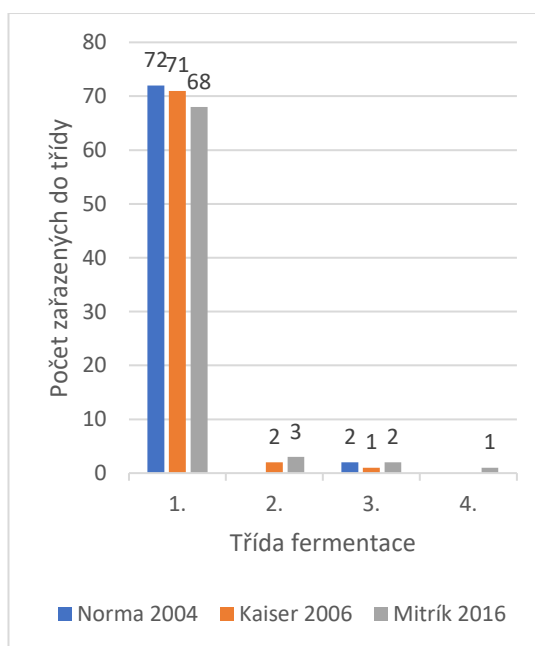
Třída fermentace	Norma 2004		Kaiser 2006		Mitrík 2016	
	počet	podíl	počet	podíl	počet	podíl
1.	72	97,5 %	71	96 %	68	92 %
2.			2	2,5 %	3	4 %
3.	2	2,5 %	1	1,5 %	2	2,5 %
4.					1	1,5 %
Celkem	74	100 %	74	100 %	74	100 %

Hodnocení fermentačních parametrů u travní siláže znázorňuje tabulka 8. Zastoupení vzorků do 1. fermentační třídy je zde méně příznivé. Příčin může být více. Nejvýznamnější je zařazení travních siláží mezi hůře silážovatelné pícniny. Je zde také vidět vyšší citlivost zařazení u Normy 2004, kde má velký vliv na zařazení % proteolýzy. Tento hodnotící parametr u hodnocení dle KAISERA (2006) chybí a u hodnocení dle MITRÍKA (2016) není pro tento parametr kladená taková citlivost (viz. Příloha). V grafu 2 je znázorněno toto zastoupení v grafické podobě. V tabulce 9 je dále uvedeno společné hodnocení fermentace a zařazení do tříd u kukuřičné a travní siláže.

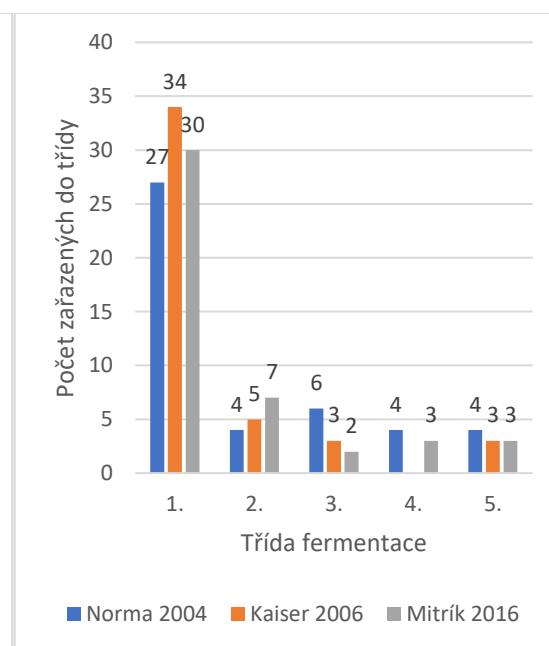
Tabulka 8 – Porovnání hodnocení fermentačního procesu u travní siláže dle zařazení do tříd

Třída fermentace	Norma 2004		Kaiser 2006		Mitrík 2016	
	počet	podíl	počet	podíl	počet	podíl
1.	27	60 %	34	76 %	30	66,5 %
2.	4	9 %	5	11 %	7	15,5 %
3.	6	13 %	3	6,5 %	2	4,5 %
4.	4	9 %			3	6,5 %
5.	4	9 %	3	6,5 %	3	6,5 %
Celkem	45	100 %	45	100 %	45	100 %

Graf 1 – Porovnání hodnocení fermentace u kukuřičné siláže



Graf 2 – Porovnání hodnocení fermentace u travní siláže



Tabulka 9 – Společné hodnocení fermentačního procesu dle zařazení do tříd u kukuřičné a travní siláže

Třída fermentace	Norma 2004		Kaiser 2006		Mitrík 2016	
	počet	podíl	počet	podíl	počet	podíl
1.	99	83 %	105	88 %	98	82 %
2.	4	3,5 %	7	6 %	10	8,5 %
3.	8	6,5 %	4	3,5 %	4	3,5 %
4.	4	3,5 %			4	3,5 %
5.	4	3,5 %	3	2,5 %	3	2,5 %
Celkem	119	100 %	119	100 %	119	100 %

Energetická hodnota patří mezi důležité parametry siláže. Tabulka 10 obsahuje průměrné energetické hodnoty vyjádřené jako netto energie laktace (dále NEL) dle typu siláže a zařazení do třídy fermentace. Z tabulky vyplývá, že zařazení do horší třídy fermentace nezpůsobuje prokazatelně zhoršení energetické hodnoty. To nepotvrzuje tvrzení, které dodává německý výbor hodnocení siláží (LOUČKA, 2013), který udává úměrně se zhoršující energetickou hodnotu s třídou zařazení dle systému hodnocení Kaiser 2006.

Tabulka 10 – Energetická hodnota (NEL v MJ) podle zařazení do třídy fermentace

Systém hodnocení	Typ siláže	1.	2.	3.	4.	5.	Průměr
Norma 2004	kukuřičná	6,43		6,45			6,43
	travní	5,49	5,55	5,67	5,6	5,45	5,52
	všechny	6,17	5,55	5,95	5,6	5,45	6,09
Kaiser 2006	kukuřičná	6,43	6,25	6,3			6,43
	travní	5,52	5,66	5,63	5,23	5,52	5,52
	všechny	6,15	5,83	5,8		5,23	6,09
Mitrík 2016	kukuřičná	6,43	6,47	6,25	6,3		6,43
	travní	5,51	5,57	5,7	5,67	5,23	5,52
	všechny	6,16	5,84	5,9	5,83	5,23	6,09

4.2 Vliv zařazení do celkové třídy na obsah živin

V tabulce 11 je znázorněn vliv zařazení do celkové třídy na obsah živin u kukuřičné siláže. Podle předpokladu se zhoršující se celkovou třídou se zvyšuje obsah sušiny a vlákniny, protože tyto hodnoty ovlivňují zařazení do tříd. Dusíkaté látky, i když jsou zařazeny do hodnocení, za nedosažení požadované hodnoty nedochází k bodovým ztrátám a jejich obsah není ovlivněn zařazením do třídy. Vliv zařazení do celkové třídy také není u obsahu NEL, která se se zhoršující třídou nemění. Ovlivnění je však vidět u obsahu škrobu. Celková třída má také vliv na obsah kyseliny mléčné, která ovlivňuje výsledné pH.

Tabulka 11 – Vliv zařazení do celkové třídy na obsah živin u kukuřičné siláže

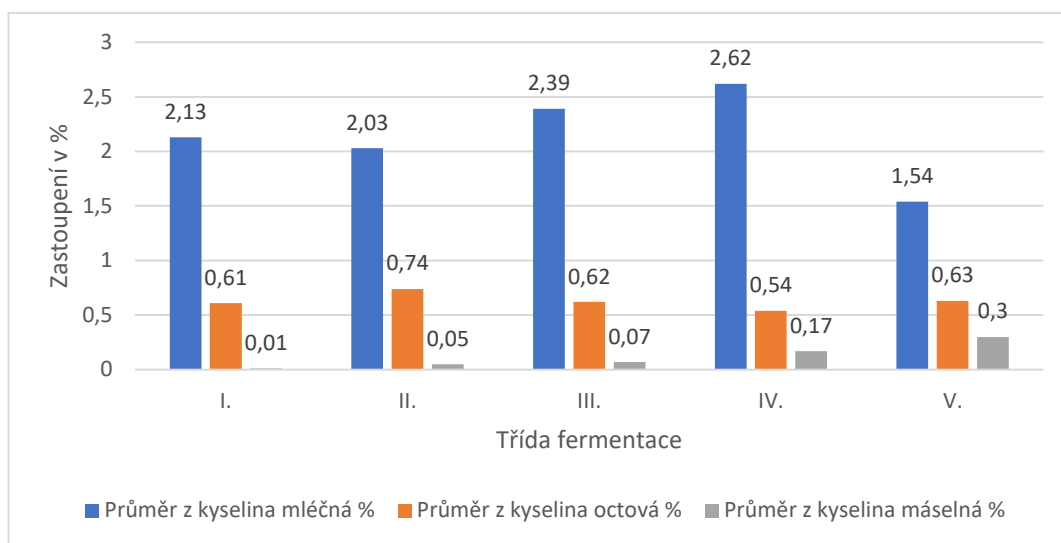
ukazatel		Celková třída				Průměr
		I.	II.	III.	IV.	
Počet vzorků	ks	28	23	17	6	74
Sušina p. h.	%	33,88	36,16	44,37	43,65	37,79
pH		3,62	3,84	3,99	4,02	3,80
Dusíkaté látky	g/kg	95,02	94,82	98,14	95,10	95,68
NEL	100%	6,43	6,40	6,42	6,50	6,43
Škrob		31,00	29,30	29,08	27,40	29,74
Vláknina		20,26	22,24	23,36	25,60	22,02
ADF		22,32	23,76	23,85	26,82	23,48
NDF		41,93	42,88	43,29	47,12	42,96
% z kyselina mléčná		2,19	2,08	2,05	1,84	2,10
% z kyselina octová		0,64	0,58	0,61	0,63	0,62

Vliv celkové třídy na průměrný obsah živin u travní siláže je znázorněn v tabulce 12. Oproti kukuřičné siláži neovlivnila celková třída sušinu v původní hmotě. Nejhůře dopadly siláže s nízkou sušinou. Vliv zařazení na dusíkaté látky a NEL byl až u IV. třídy, kde tyto živiny byly výrazně nižší. Dále se zhoršující se třídou docházelo k poklesu kyseliny mléčné a vzrůstu obsahu kyseliny octové, která je produktem heterofermentativního kvašení a kyseliny máselné, která je krajně nežádoucí. Obsah kyselin je znakem fermentačního procesu. Obsah kyselin a jejich rozdělení dle fermentační třídy v travní a kukuřičné siláži ukazuje graf 3.

Tabulka 12 – Vliv zařazení do celkové třídy na obsah živin u travní siláže

ukazatel		Celková třída				Průměr
		I.	II.	III.	IV.	
Počet vzorků	ks	17	15	10	3	45
Sušina p. h.	%	36,39	39,05	35,57	31,47	36,76
pH		4,22	4,28	4,43	4,63	4,32
Dusíkaté látky	g/kg	158,7	161,4	151,3	119,9	155,4
NEL	100%	5,50	5,56	5,62	5,13	5,52
Vláknina		25,48	26,05	29,81	31,32	27,02
ADF		32,30	32,94	36,30	39,59	33,89
NDF		50,78	50,50	56,48	60,26	52,59
% z kyselina mléčná		2,54	2,27	1,69	1,33	2,21
% z kyselina octová		0,56	0,56	0,68	0,76	0,60
% z kyselina máselná		0,02	0,05	0,09	0,34	0,07

Graf 3 – Zastoupení kyselin v jednotlivých třídách fermentace



Z grafu 3 vyplývá, že obsah kyseliny mléčné nemá tak významný vliv na kvalitu fermentace, jako na zařazení do celkové třídy. Na kvalitu fermentace má významnější vliv kyselina máselná, u které se se zvyšujícím zastoupením zhoršuje třída fermentace a následně i celkové zařazení.

4.3 Statistické vyhodnocení vlivu aditivních látek v siláži

Na kvalitu fermentačního procesu má využití aditivum svůj vliv. To dokazuje i tabulka 13, kde je vyjádřena četnost vzorků zařazených do fermentačních tříd u různých hodnotících systémů. Tato četnost je rozdělena mezi využitý typ silážního aditiva. Zařazení částečně zkresluje zařazení jak travních, tak i kukuřičných siláží do jedné tabulky. Proto ve statistickém vyhodnocení jsou zařazeny pouze kukuřičné vzorky. Z důvodu malého počtu vzorků bez využitých aditiv nejsou tyto vzorky zařazeny do následného statistického vyhodnocení.

Tabulka 13 – Četnost vzorků zařazených podle využitých aditiv do fermentačních tříd

Systém hodnocení	Třída fermentace	Bakteriální aditivum	Bakteriálně-enzymatické aditivum	Bez využití aditiv
Norma 2004	1.	65	23	9
	2.	4		
	3.	6	1	
	4.	1	2	
	5.	3		1
Mitrík	1.	69	23	6
	2.	4	3	1
	3.	3		1
	4.	2		1
	5.	1		1
Keiser	1.	73	24	7
	2.	3	2	1
	3.	2		1
	4.			
	5.	1		1

V tabulkách 14, 15 a 16 jsou znázorněny základní statistické sledované hodnoty. Konkrétně je zde uveden počet pozorování, minimum, maximum, průměr, směrodatná odchylka a rozptyl.

Tabulka 14 – Hodnoty u bakteriálních a bakteriálně-enzymatických aditiv

ukazatel	N platných	Průměr	Minimum	Maximum	Rozptyl	Sm.odch.
pH	69	3,79	3,55	4,30	0,24	0,49
Škrob v sušině (%)	69	29,91	17,85	37,78	20,67	4,55
kys. mléčná v p.hm. (%)	69	2,13	0,31	3,63	0,44	0,67
kys. octová v p.hm. (%)	69	0,61	0,16	1,65	0,07	0,27
NEL (MJ)	69	6,42	6,10	6,60	0,01	0,12
N-látky v sušině (%)	69	9,61	7,51	12,22	1,11	1,06

Tabulka 15 – Hodnoty bakteriálně-enzymatických aditiv

ukazatel	N platných	Průměr	Minimum	Maximum	Rozptyl	Sm.odch.
pH	19	3,86	3,60	4,30	0,03	0,17
Škrob v sušině (%)	19	31,30	23,19	37,78	15,85	3,98
kyselina mléčná v p.hm. (%)	19	2,20	1,22	3,45	0,41	0,64
kyselina octová v p.hm. (%)	19	0,54	0,21	0,92	0,03	0,17
NEL (MJ)	19	6,42	6,20	6,50	0,01	0,09
N-látky v sušině (%)	19	9,96	8,03	11,30	0,98	0,99

Tabulka 16 – Hodnoty bakteriálních aditiv

ukazatel	N platných	Průměr	Minimum	Maximum	Rozptyl	Sm.odch.
pH	50	3,84	3,55	4,30	0,03	0,18
Škrob v sušině (%)	50	29,53	17,85	37,39	21,18	4,60
kyselina mléčná v p.hm. (%)	50	2,14	0,31	3,63	0,38	0,61
kyselina octová v p.hm. (%)	50	0,65	0,16	1,65	0,08	0,28
NEL (MJ)	50	6,43	6,10	6,60	0,02	0,13
N-látky v sušině (%)	50	9,48	7,51	12,22	1,14	1,07

Výsledné statistické porovnání sledovaných dvou skupin udává tabulka 17. V porovnání bylo využito vybrané fermentační a živinové ukazatele. Průkaznost, která je udána p-hodnotou nebyla u většiny vzorku potvrzena (viz. tabulka 18). Tendenci se lišit měl pouze ukazatel zastoupení dusíkatých látek v sušině (viz. graf 4). Důvodů může být několik. Když však přihlídneme na nulový obsah kyseliny mléčné a vřadíme možnost proteolýzy, tak je nejpravděpodobnější celkově lepší kvalita v původní silážované hmotě u siláží, kde byly využity bakteriálně-enzymatické aditiva (B-E). Nepatrně rozdílný je i průměrné zastoupení kyselin v původní hmotě. Vyšší hladina kyseliny mléčné u B-E může potvrdit lepší kvalitu původní silážované hmoty, ale i lepší a účinnější produkci této kyseliny u bakterií podpořených enzymatickou složkou. Vyšší hladina kyseliny octové u bakteriálních aditiv (B) může poukazovat na větší

produkcí heterofermentativního kvašení, které je žádoucí jen v omezeném množství. Nesmíme však zapomenout, že kyselina octová je i produktem enterobakterií a bakterií octového kvašení, která je nežádoucí. Grafické znázornění obsahu kyselin nalezneme v grafech 5 a 6.

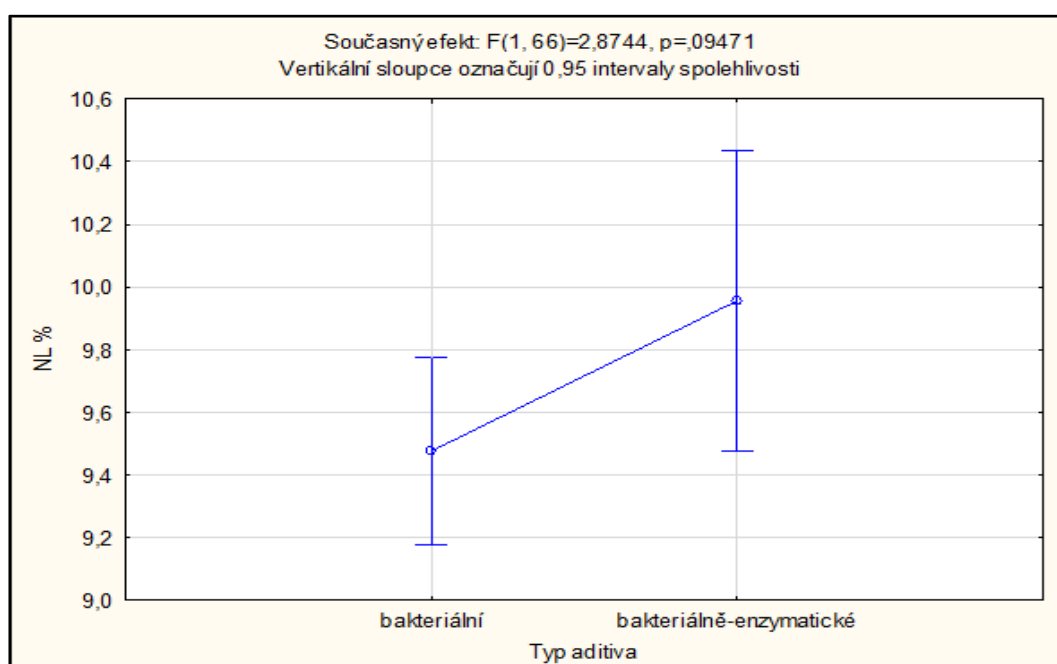
Tabulka 17 – Průměrné hodnoty a statistické vyhodnocení vztahu mezi vzorky s bakteriálním a bakteriálně-enzymatickým aditivem

parametr	Bakteriálně-enzymatické aditivum	Bakteriální aditivum	p-hodnota	průkaznost
pH	3,86	3,84	0,71	-
Škrob v sušině (%)	31,30	29,53	0,145	-
kyselina mléčná v p.hm. (%)	2,20	2,14	0,762	-
kyselina octová v p.hm. (%)	0,54	0,65	0,139	-
NEL (MJ)	6,42	6,43	0,694	-
N-látky v sušině (%)	9,96	9,48	0,095	+

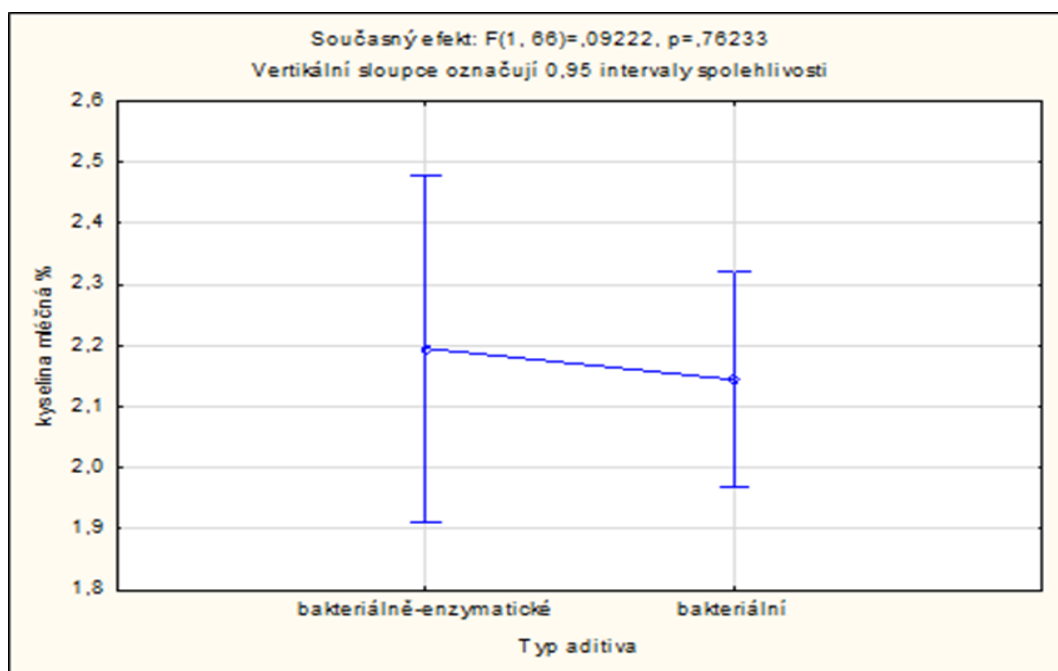
Tabulka 18 – Určení průkaznosti podle p-hodnoty

průkaznost		
p-hodnota < 0,10	+	tendence se lišit
p-hodnota < 0,05	*	statisticky průkazné
p-hodnota < 0,01	**	statisticky vysoce průkazné
p-hodnota < 0,001	***	

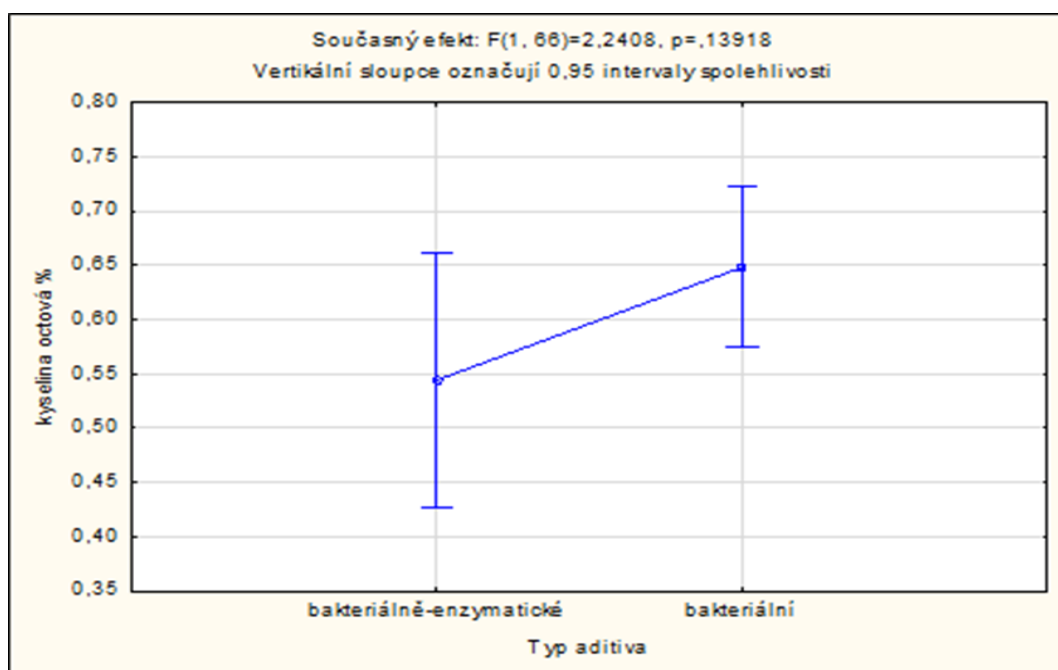
Graf 4 – Vliv aditiva na zastoupení dusíkatých látek v sušině



Graf 5 – Vliv aditiva na obsah kyseliny mléčné v původní hmotě



Graf 6 – Vliv aditiva na obsah kyseliny octové v původní hmotě



V celkovém porovnání můžeme považovat za lepší aditivní látky s enzymatickou složkou. Bohužel do tohoto tvrzení vstupuje řada dalších faktorů, jako je například vyšší počet vzorků siláží s bakteriálním inokulantem, nebo pravděpodobně lepší kvalita bakteriálně-enzymatických siláží v původním silážovaném materiálu. Proto nemůžeme označit vybranou skupinu aditiv za lepší než druhou.

4.4 Srovnání kvality siláže v roce 2018

K potvrzení aktuálnosti dat byly srovnány průměrné hodnoty živin siláže od firmy Agro-la, spol. s r. o. s daty, které vydal MIKYSKA (2019) z firmy AgroKonzulta Žamberk, spol. s r. o. Průměrné živinové hodnoty u kukuřičné siláže udává tabulka 19.

Tabulka 19 – Srovnání průměrných hodnot siláže z kukuřice za rok 2018

		AgroKonzulta		Agrola
Průměr za období		1997 - 2018	2018	2018
Počet rozborů	ks	394	546	74
Sušina	%	33,8	38,7	37,8
Dusíkaté látky	100 %	8,4	9,05	9,57
NEL		6,3	6,41	6,43
Vláknina		19,8	22,21	22,02
ADF		23,3	25,20	23,48
NDF		44,8	47,19	42,96
Popel		4,15	3,97	3,76
pH		3,78	3,94	3,80
KVV		1 478	1 497	1 662
% kys. mléčná		1,88	1,74	2,10
% kys. octová		0,58	0,59	0,62
Škrop	100 %	31,81	28,16	29,74

V roce 2018 bylo sucho a teplo, které mělo negativní vliv u kukuřičné siláže především na vysokou sušinu, která byla u sledovaných vzorků 37,8 %. To je jen o trochu méně, než u porovnávaného souboru. MIKYSKA (2019) uvádí, že je to nejvyšší sušina za sledované období. Vysokou hodnotu také vykazovala vláknina, která měla průměrnou hodnotu 22,02 %. Obsah škrobu v sušině byl sice vyšší o 1,58 % než porovnávaná skupina ze stejného roku, přesto byl stále proti porovnávanému průměru nižší. Za pozitivní hodnotu by se dalo považovat vyšší hladina kyseliny mléčné, která byla v porovnání se sledovanou skupinou nejvyšší.

Tabulka 20 – Srovnání průměrných hodnot siláže z TTP za rok 2018

		AgroKonzulta		Agrola
Průměr za období		1997 - 2018	2018	2018
Počet rozborů	ks	370	292	45
Sušina	% p. h.	36,8	37,7	36,8
Dusíkaté látky	100 %	13,7	14,1	15,5
NEL		5,37	5,43	5,52
Vláknina		27,4	27,9	27,02
ADF		34,7	34,8	33,9
NDF		53,0	54,0	52,6
Popel	100 %	9,61	9,16	9,45
pH		4,41	4,40	4,32
KVV		1 304	1 349	1 558
% kys. mléčná		1,88	1,93	2,21
% kys. octová		0,60	0,60	0,60
% kys. máselná		0,08	0,05	0,07
NH ₃	(g) p. h.	0,64	0,62	0,30

Suché a teplé počasí v 2018 však nemělo u sledovaných vzorků travní siláže takový vliv. To dokazuje tabulka 20, kde průměr pozorovaných vzorků je více podobný průměrným hodnotám srovnávaných vzorků za sledované období než průměr hodnot srovnávaných vzorků z roku 2018. Sledované vzorky také vykazovaly vyšší hodnoty dusíkatých látek a NEL, které jsou důkazem včasné sklizně. Kvalitu konzervace bohužel zhoršuje vyšší průměrný obsah kyseliny máselné.

5. Závěr

Cílem této diplomové práce bylo zhodnotit kvalitu silážovaných krmiv a význam jednotlivých systému hodnocení silážovaných kukuřičných a travních krmiv. Jednotlivé systémy se liší především sledovanými ukazateli. Mezi tyto systémy byla zařazena česká Norma 2004, dále německé hodnocení fermentačního procesu dle Kaisera 2006 a slovenské hodnocení siláží podle Mitríka 2016, které by jsme mohli nazvat rozšířenou verzí německého systému. To i potvrzuje zařazení 82 % siláží do 1. třídy fermentace dle Mitríka oproti 88 % siláží v 1. třídě dle Kaisera. Podle Normy 2004 bylo zařazeno těchto siláží do této třídy 83 %. Proto, přestože se tyto dva systémy hodnocení fermentační kvality liší ve sledovaných ukazatelích, jsou ve výsledném hodnocení srovnatelné.

Dále byl sledován vliv celkového zařazení do tříd dle Normy 2004. Zajímavostí v tomto sledování je pravděpodobný vliv celkové třídy na jednotlivé živiny, zvláště na ty, které neslouží jako ukazatele pro zařazení do celkové třídy. Například vztah obsahu škrobu na zařazení, kdy v I. třídě je 31 % škrobu a v poslední IV. třídě pouze 27,4 %. Oproti tomu u kukuřičné siláže nemá výsledné zařazení téměř žádný vliv na obsah NEL.

Dalším cílem bylo vyhodnocení vlivu typu aditivních látek na kvalitu fermentačního procesu. Mezi sledované skupiny patřily siláže s bakteriálními aditivami a siláže s přídavkem bakteriálně-enzymatickými aditivami u kukuřičné siláže. Zde mezi sledovanými složkami siláže měl tendenci se statisticky lišit pouze vliv typu aditiva na obsah dusíkatých látek. V tomto případě dopadlo lépe využití bakteriálně-enzymatického aditiva. Za zmínku stojí i obsah kyseliny octové, který byl u bakteriálních aditiv v průměru vyšší o 0,11 % v původní hmotě. Proto i v tomto případě dopadly aditiva s přídavkem enzymů lépe.

Závěrem práce je porovnání vzorků siláží s ročním vydáním kvality siláží od AgroKonzulty Žamberk s.r.o. Z tohoto srovnání vyplývá významná srovnatelnost vzorků a tím i vyšší váha těchto hodnot.

6. Použitá literatura

- ADESOGAN A.T., NEWMAN Y.C. (2016): Phases of silage fermentation, Dairy herd management, [cit. 20. 1. 2020], dostupné z: <https://www.dairyherd.com/article/phases-silage-fermentation>
- AOKI Y., OSHITA T., NAMEKAWA H., NEMOTO E. & AOKI M. (2013): Effect of cutting height on the chemical composition, nutritional value and yield, fermentative quality and aerobic stability of corn silage and relationship with plant maturity at harvest. *Grassland Science* 59, 211–220.
- BIOM (2006): Nové hodnocení kvality silážovaných zelených krmiv, [cit. 10. 5. 2020], dostupné z: <https://biom.cz/cz/zpravy-z-tisku/nove-hodnoceni-kvality-silazovanych-zelenych-krmiv>
- BRUNING D., GERLACH K., WEIß K., & SUDEKUM KH. (2018): Effect of compaction, delayed sealing and aerobic exposure on maize silage quality and on formation of volatile organic compounds. *Grass and Forage Science*, 73, 53-66.
- COBLENTZ W., ATKINS M. (2017): There's a downside to delayed wrapping, *Hay and Forage Grower*, 3 (11), 8-9.
- COLLINS M., OWENS V.N. (2003): Preservation of forage as hay and silage. In BARNES R.F., NELSON C.J., MOORE K.J., COLLINS M. (eds.): *Forages, an introduction to grassland agriculture*. Ames, IA., Blackwell Publishing, s. 443-471.
- ČERMÁK B., CEMPÍRKOVÁ R., JEROCH H., KALINOVÁ J., KOBES M., KOHOUTEK A., KROUPOVÁ V., LÁD F., MÍKA V., NERUŠIL P., PODSEDNÍČEK M., POZDÍŠEK J., STEINHOFEL O., ŠTĚRBA Z., TRÁVNÍČEK J. (2008): *Krmiva konvenční a ekologická*, České Budějovice, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 346 s.
- ČERVINKA J. (2004): Proces sečení a zavádání píce. Technika ke sklizni píce porostů. In HRABĚ F. (ed.): *Trávy a jetelotrávy v zemědělské praxi*, Olomouc, Petr Baštan, s. 49-56.

- DAVIES D. (2015): Silage additives – What they can and cannot do, In: <http://beefandlamb.ahdb.org.uk/>, [cit. 10. 4. 2020]. Dostupné z: <http://beefandlamb.ahdb.org.uk/silage-additives-what-they-can-and-cannot-do-by-dave-davies/>
- DOLEŽAL P. (2004): Silážní a skladovací technologie. In HRABĚ F. (ed.): Trávy a jetelotrávy v zemědělské praxi, Olomouc, Petr Baštan, s. 70-72.
- DOLEŽAL P. (2012): Faktor obsahu a složení sušiny a kvalita fermentace. In: DOLEŽAL P. (ed.): Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat, Olomouc, Petr Baštan, s. 111-120.
- DOLEŽAL P. (2012): Chemické konzervační přípravky. In: DOLEŽAL P. (ed.): Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat, Olomouc, Petr Baštan, s. 111-120.
- DOLEŽAL P., DVOŘÁČEK J., LOUČKA R., MIKYSKA F., MUDŘÍK Z., PROKEŠ K., PŘIKRYL J., SKLÁDANKA J., STRAKOVÁ E., SUCHÝ P., SZWEDZIAK K., TUKIENDORF M., ZEMAN L., ČERVINKA J. (2012): Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat, Olomouc, Petr Baštan, s. 307.
- DOLEŽAL P., MUDŘÍK Z. (2012): Mikrobiologie a biochemie silážování. In: DOLEŽAL P. (ed.): Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat, Olomouc, Petr Baštan, s. 21-21.
- DOLEŽAL P., NEDĚLNÍK J., SKLÁDANKA J., LINDUŠKOVÁ H., TŘINÁCTÝ J. (2013): Konzervace kukuřice. In: TŘINÁCTÝ J. (ed.): Hodnocení krmiv pro dojnice, Pohorelice, AgroDigest, s. 222-234.
- DOLEŽAL P., SZWEDZIAK K., TUKIENDORF M. (2012): Plnění, dusání a zakrytí sil. In: DOLEŽAL P. (ed.): Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat, Olomouc, Petr Baštan, s. 124-135.
- DOLEŽAL P., SZWEDZIAK K., TUKIENDORF M. (2012): Technologie silážování krmiv do fólií obalovaných balíků. In: DOLEŽAL P. (ed.): Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat, Olomouc, Petr Baštan, s. 216-230.

- EMMERT F. (2004): Konzervanty na českém trhu, *Náš chov*, [cit. 18. 1. 2020], dostupné z: <http://naschov.cz/konzervanty-na-ceskem-trhu/>
- GÁLIK R., MIHINA Š., BOŽO Š., KNÍŽKOVÁ I., KUNC P., CELJAK I., ŠÍSTKOVÁ M., BOTTO L., BRESTENSKÝ V. (2015): *Technika pre chov zvierat*, Nitra, Slovenská poľnohospodárska univerzita Nitre, s. 41-58.
- HEJDUK S. (2018): Srovnání produkce sena a siláží z travních porostů, *Náš chov* č. 2, s. 73-74.
- HULSEN J., AERDEN D. (2014): *Signály krmení: praktická příručka ke krmení dojnic pro jejich zdraví a užitkovost*, Praha, Profi Press, 80 s.
- CHOW E., HIROSE W. (2017): Silage film, wrapped fodder and storage method of fodder, *Int J Agric & Biol Eng*, 10, 529-562.
- JAMBOR, V. (2001): Sekundární fermentace konzervovaných krmí., *Krmivářství* č. 1, s. 30-31.
- JEDLIČKA M. (2018): Silážování včera, dnes a zítra, *Krmivářství* č. 2, s. 45-48.
- KAISER E. (2006): Beurteilung der Garqualität, *Praxishandbuch Futterkonservierung*. 7. Auflage, DLG Verlag, Frankfurt am Main, Germany. 42 – 47 p.
- KUDRNA V., SKŘIVANOVÁ V., TYROLOVÁ Y. (2006): Výživa a krmení. In: BOUŠKA J. (ed.): *Chov dojeného skotu*, Praha, Profi Press, s. 85-115.
- KULOVANÁ E. (2001): Problematika kvality siláží a silážních aditiv, *Úroda*, [cit. 18.1. 2020], dostupné z: <http://uroda.cz/problematika-kvality-silazi-a-silaznich-aditiv/>
- KULOVANÁ E. (2002): Nejčastější chyby a nedostatky při silážování pícnin, *Úroda*, [cit. 20. 1. 2020], dostupné na: <http://uroda.cz/nejcastejsi-chyby-a-nedostatky-pri-silazovani-picnin/>
- KUNG L., STOKES M.R., LIN C.J. (2003): Silage additives. In BUXTON D.R., MUCK R.E., HARRISON J.H. (eds.): *Silage science and technology*, Madison, WI., American Society of Agronomy, Incorporated, s. 305-360.

- LEHMANN J.O., KRISTENSEN T., WEISBJERG M.R. (2017): Mechanical treatment of grasses and clovers to produce high-quality silage for dairy cows, Department of Agroecology & Department of Animal Science, 31, 20.
- LI L., WANG D., YANG X. (2018): Study on round rice straw bale wrapping silage technology and facilities, Int J Agric & Biol Eng, 11, 88-95.
- LOUČKA R. (2011): Věžová sila, žlaby, vaky, nebo balíky, Zemědělec, [cit. 30. 1. 2020], dostupné z: <http://zemedelec.cz/vezova-sila-zlaby-vaky-nebo-baliky/>
- LOUČKA R. (2012): Technologie silážování do PE vaků. In: DOLEŽAL P. (ed.): Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat, Olomouc, Petr Baštan, s. 211-216.
- LOUČKA R. (2013): Hodnocení fermentačního procesu siláží. In: TŘINÁCTÝ J. (ed.): Hodnocení krmiv pro dojnice, Pohořelice, AgroDigest, s. 274-291.
- LOUČKA R. (2013): Výroba bílkovinných a polobílkovinných siláží (vojtěšky, jetele, trávy). In: TŘINÁCTÝ J. (ed.): Hodnocení krmiv pro dojnice, Pohořelice, AgroDigest, s. 274-291.
- MIKYSKA F. (2007): Správná konzervace objemných krmiv, [cit. 16. 3. 2020], dostupné z: http://www.agroweb.cz/Spravna-konzervace-objemnych-krmiv__s75x27905.html
- MIKYSKA F. (2019): Srovnání kvality siláží vyrobených v roce 2018 s předchozími ročníky, Náš chov č. 3, s. 60-65.
- MITRÍK T. (2006): Silážování, FedLab s.r.o., Creative-Studio-Slovakia, s.r.o., 88 s.
- MITRÍK T. (2016): Hodnotenie kvality siláží, [cit. 10. 5. 2020], dostupné z: http://feedlab.sk/wp-content/uploads/2019/01/HODNOTENIE-SILAZE_20160725-1.pdf
- MITRÍK T. (2016): SILÁŽE - systém hodnotenia kvality, [cit. 12. 5. 2020], dostupné z: <https://docplayer.cz/108409236-Silaze-system-hodnotenia-kvality.html>

- MUCK R.E., KUNG L. (2007): Silage production. In BARNES R.F., NELSON C.J., MOORE K.J., COLLINS M. (eds.): Forages, an introduction to grassland agriculture, Ames, IA., Blackwell Publishing, s. 617-633.
- MUCK R.E.; HOLMES B. J. (2000): Factors affecting bunker silo densities, Applied Engineering in Agriculture, 16.6: 613.
- PAHLOW G.R.E., MUCK R.E., DRIEHUIS F., DRIEHUIS F., SPOELSTRA S.J.W.H.O.E., SPOELSTRA S.F. (2003): Microbiology of ensiling. In BUXTON D.R., MUCK R.E., HARRISON J.H. (eds.): Silage science and technology, Madison, WI., American Society of Agronomy, Incorporated, s. 31-94.
- POZDÍŠEK J., MIKYSKA F., LOUČKA R., BJELKA M. (2008): Metodická příručka pro chovatele k výrobě konzervovaných krmiv (siláží) z víceletých pícnin a trvalých travních porostů, Rapotín, Výzkumný ústav pro chov skotu, s.r.o., [cit. 14. 3. 2020], dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/33726/Methodick_pruka_pro_chovatele_k_vrob_konzervovanch_krm.pdf
- PŘIKRYL J. (2012): Biologická silážní aditiva. In: DOLEŽAL P. (ed.): Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat, Olomouc, Petr Baštan, s. 103-110.
- PŘIKRYL J. (2012): Fáze fermentace. In: DOLEŽAL P. (ed.): Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat, Olomouc, Petr Baštan, s. 40-44.
- PŘIKRYL J. (2012): Termín a způsob sklizně a úprava pokosu před sklizní. In: DOLEŽAL P. (ed.): Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat, Olomouc, Petr Baštan, s. 53-54.
- PŘIKRYL J., KALÁČ P. (2004): Silážování píce travních a jetelotravních porostů. In HRABĚ F. (ed.): Trávy a jetelotrávy v zemědělské praxi, Olomouc, Petr Baštan, s. 64-69.
- RADA V. (2009): Siláž a zdraví zvířat, [cit. 16. 1. 2020], dostupné z: <http://www.vuzv.cz/sites/SilazRada.pdf>
- SCHROEDER J.W. (2017): Silage Fermentation: How does it happen, Dairy herd management, [cit. 6. 1. 2020], dostupné z: <https://www.dairyherd.com/article/silage-fermentation-how-does-it-happen>

- SKLÁDANKA J., DOLEŽAL P., VYSKOČIL I. (2012): Siláže ze zavadlé píce, Pícninářství a výroba krmiv, [cit. 16. 1. 2020], dostupné z: https://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/picvk/index.php?N=10&I=2
- SOBOTKA, M. (2016): Mikrop: Silážování a kvalita siláží, In: <http://www.mikrop.cz>, [cit. 6. 1. 2020], dostupné z: http://www.mikrop.cz/Portals/0/clanky/Casopis_03-16_web.pdf.
- SPOELSTRA S.F. (1991): Chemical and biological additives in forage conservation. IN: Forage Conservation Towards 2000 (Eds. G. Pahlow and H. Honig), Landbauforschung Volkenrode, Sonderheft 123, Brauchweig, Germany, s. 48-70.
- TYROLOVÁ Y. (2013): Použití silážních přípravků při výrobě siláží. In: TRINÁCTÝ J. (ed.): Hodnocení krmiv pro dojnice, Pohořelice, AgroDigest, s. 128-133.
- TYROLOVÁ Y. (2018): Přípravky do siláží a krmných směsí 2018, Krmivářství č. 2, s. I-XII.
- TYROLOVÁ Y., VÝBORNÁ A. (2010): Konzervanty v silážích, [cit. 16. 3. 2020], dostupné z: <https://vuzv.cz/wp-content/uploads/2018/11/10208.pdf>
- VENTER R. (2017). Making silage in silo bags, Journal of dairy science, 100, 1723-1726.
- VYSKOČIL I., SKLÁDANKA J., DOLEŽAL P., HAVLÍČEK Z., POŠTULKA R., SLÁMA P. (2011): Metodika výroby experimentálních siláží, Brno, Mendlova univerzita v Brně, 23 s.
- WACEK-DRIVER CH. (2017): Silage pile construction: a life and death matter, Hay and Forage Grower, 3 (11), 27-28.
- WILKINSON J.M. (2005): Silage, Chalcombe Publication, Lincol, UK., 254 s

7. Přílohy

7.1 Tabulky dat

Tabulka 21 – Data vzorků kukuřičné siláže

Číslo vzorku	Typ aditiva	Třída fermentace dle Normy 2004	Celková třída dle Normy 2004	Známka dle Kaisera 2006	Třída fermentační kvality dle Miríka 2016	Třída živinové kvality dle Miríka 2016	Susina původní v %	pH	Vláknina v susině (%)	ADF v susině (%)	NDF v susině (%)	Škrop v susině (%)	kyselina mléčná v p.h. (%)	kyselina octová v p.h. (%)	NEL (MJ)	Dusíkaté látky v susině (%)
1	B-E	1.	II.	1.	1.	4.	31,80	3,80	25,05	26,91	48,14	28,56	2,60	0,76	6,50	10,29
2	B	1.	I.	1.	1.	2.	36,80	3,70	20,25	23,12	41,93	28,98	3,06	0,50	6,10	7,74
3	B-E	1.	I.	1.	1.	2.	31,50	3,65	18,48	19,90	39,39	37,78	2,50	0,92	6,50	9,37
4	B-E	1.	I.	1.	1.	4.	34,10	3,80	22,73	26,50	50,97	24,36	1,45	0,43	6,50	8,03
5	B-E	1.	I.	1.	1.	3.	37,30	3,80	21,37	24,74	42,74	32,11	1,63	0,49	6,40	9,95
6	B-E	1.	I.	1.	1.	3.	35,70	3,70	20,45	23,97	45,45	26,86	2,86	0,51	6,50	8,40
7	B	1.	I.	1.	1.	3.	28,10	3,85	21,55	25,64	45,97	34,93	0,31	0,44	6,30	7,59
8	B	1.	II.	1.	1.	1.	39,80	3,80	19,80	21,02	37,76	33,78	2,15	0,38	6,50	9,02
9	B-E	1.	I.	1.	1.	2.	30,30	3,80	21,08	21,79	40,33	29,84	2,09	0,80	6,40	11,30
10	B-E	1.	I.	1.	1.	3.	33,60	3,80	19,40	21,79	42,34	33,37	1,22	0,21	6,20	8,11
11	B	1.	I.	1.	1.	2.	36,00	3,70	20,57	23,93	41,96	35,34	2,28	0,58	6,40	12,22
12	B	1.	I.	1.	2.	3.	30,50	3,75	18,67	21,84	46,94	33,16	1,90	1,00	6,50	8,48
13	B	1.	II.	1.	1.	3.	36,80	3,60	24,76	27,52	45,48	23,06	2,81	0,42	6,60	7,51
14	B	1.	II.	1.	1.	3.	39,20	3,70	21,96	22,17	43,51	32,69	1,94	0,30	6,50	9,03
15	B	1.	II.	1.	1.	3.	38,40	3,75	21,22	24,08	43,16	29,90	2,11	0,43	6,50	9,04
16	B	1.	II.	1.	1.	1.	28,30	3,80	23,31	18,92	34,15	36,61	1,48	0,52	6,20	11,04
17	B	1.	I.	1.	1.	2.	33,40	3,60	18,79	20,22	41,98	35,44	2,89	0,66	6,50	9,48
18	B	1.	II.	1.	1.	4.	31,20	3,55	23,16	26,22	49,18	25,41	3,08	0,70	6,40	9,47
19	B	1.	I.	1.	1.	3.	31,70	3,65	18,84	21,18	42,46	33,10	2,46	0,87	6,50	9,09
20	B	1.	I.	1.	1.	1.	34,70	3,70	18,97	18,66	36,11	32,96	2,76	0,49	6,50	9,23
21	B	1.	I.	1.	1.	3.	34,60	3,55	21,18	24,03	44,81	31,98	3,29	0,44	6,60	8,65
22	B	1.	I.	1.	1.	3.	33,20	3,60	22,46	23,78	42,78	23,17	3,02	0,68	6,40	10,06
23	B	1.	III.	1.	1.	2.	33,60	3,55	26,58	22,10	38,09	26,48	3,19	0,59	6,50	9,54
24	B	1.	II.	1.	1.	3.	36,10	3,95	24,05	25,49	45,02	27,85	2,06	0,99	6,60	8,73
25	B	1.	II.	1.	1.	3.	39,60	4,00	20,88	23,64	44,93	29,99	1,87	0,38	6,40	10,34
26	B	1.	III.	1.	1.	3.	47,40	3,80	23,20	24,72	44,98	32,42	3,63	0,82	6,60	8,60
27	B	1.	I.	1.	1.	2.	37,80	3,70	18,91	21,33	41,35	36,70	2,67	0,55	6,50	9,03
28	B	1.	II.	2.	3.	5.	29,50	3,90	23,89	28,74	52,02	19,23	1,85	1,28	6,10	11,23
29	B	1.	I.	1.	1.	2.	29,00	3,80	22,51	22,00	40,73	27,09	2,47	0,73	6,40	10,79
30	B	1.	IV.	1.	1.	3.	42,70	3,85	25,31	22,96	43,67	32,65	1,84	0,47	6,60	10,10

31	B	1.	III.	1.	1.	2.	40,80	3,90	22,96	23,47	41,73	32,65	1,78	0,63	6,50	9,56
32	B	1.	III.	1.	1.	3.	39,40	3,90	26,66	25,33	45,05	29,32	1,37	0,82	6,60	8,49
33	B	1.	IV.	1.	1.	3.	43,90	4,10	24,74	26,89	47,24	28,32	1,51	0,70	6,50	10,33
34	BA	1.	II.	1.	1.	3.	37,50	4,00	23,54	27,19	47,40	22,60	1,49	0,37	6,40	9,21
35	BA	1.	II.	1.	1.	2.	38,30	3,95	22,64	22,34	39,29	26,40	1,62	0,42	6,40	9,34
36	BA	1.	IV.	1.	1.	3.	42,80	3,95	26,45	24,92	44,05	27,57	1,97	1,03	6,50	8,99
37	BA	1.	III.	1.	1.	3.	41,50	4,00	24,16	26,58	46,85	25,63	1,36	0,50	6,50	9,29
38	BA	1.	II.	2.	3.	2.	28,10	3,95	24,21	23,37	41,37	34,21	1,97	1,15	6,40	8,19
39	B	3.	II.	1.	1.	2.	33,60	3,75	18,90	21,24	40,24	27,03	2,32	0,69	6,50	8,89
40	B-E	1.	III.	1.	1.	2.	44,70	3,80	20,25	21,51	40,40	29,07	3,28	0,53	6,40	11,12
41	B-E	1.	I.	1.	1.	2.	37,90	3,75	19,12	20,48	39,50	29,62	3,45	0,66	6,40	10,92
42	B-E	1.	I.	1.	1.	2.	34,50	3,80	19,29	20,44	40,98	35,66	1,35	0,34	6,50	9,96
43	B	1.	IV.	1.	1.	3.	44,40	4,10	22,29	25,42	46,04	27,08	1,88	0,35	6,40	8,10
44	B	1.	III.	1.	1.	2.	45,90	4,10	23,15	22,85	39,94	29,63	1,64	0,90	6,40	10,01
45	B-E	1.	II.	1.	1.	1.	40,20	3,95	19,03	21,05	34,31	36,23	1,73	0,43	6,40	10,22
46	B-E	1.	II.	1.	1.	1.	39,70	3,90	21,38	18,74	35,56	37,39	2,22	0,33	6,40	10,23
47	B	1.	I.	1.	1.	2.	37,30	3,90	20,55	23,08	41,30	29,05	2,46	0,56	6,40	10,73
48	B	1.	III.	1.	1.	3.	50,10	4,20	22,80	25,13	44,58	27,46	2,29	0,39	6,40	11,14
49	B	1.	III.	1.	1.	2.	67,90	4,30	18,03	20,67	40,43	37,39	1,83	0,34	6,40	10,44
50	B-E	1.	II.	1.	1.	2.	40,80	3,85	21,56	23,08	40,79	32,39	2,09	0,57	6,40	10,73
51	B	1.	IV.	1.	1.	5.	37,40	3,80	29,17	33,26	52,89	25,60	1,85	0,58	6,50	9,46
52	B	1.	III.	1.	1.	3.	37,60	3,80	24,47	26,09	47,21	24,77	1,82	0,72	6,50	10,46
53	B-E	1.	I.	1.	1.	1.	38,10	3,80	15,22	16,06	33,68	32,74	2,76	0,47	6,50	9,12
54	B-E	1.	I.	1.	1.	1.	34,70	3,60	19,31	19,83	37,25	30,75	2,74	0,65	6,40	11,12
55	B-E	1.	III.	1.	1.	3.	49,40	4,15	23,19	25,13	42,73	30,93	1,70	0,49	6,40	9,72
56	B-E	1.	III.	1.	1.	2.	43,50	4,00	24,31	24,42	40,59	33,06	1,71	0,54	6,20	10,78
57	B-E	1.	IV.	1.	1.	4.	50,70	4,30	25,64	27,47	48,83	23,19	1,97	0,67	6,50	10,07
58	B-E	1.	III.	1.	1.	3.	52,10	4,10	23,45	25,48	43,45	30,86	2,36	0,54	6,40	9,70
59	B	1.	I.	1.	1.	3.	36,10	3,80	21,82	23,84	42,12	28,99	2,50	0,80	6,50	8,48
60	B	1.	I.	1.	1.	3.	31,20	3,85	22,23	23,57	43,95	28,38	1,81	0,86	6,40	8,33
61	B	1.	I.	1.	2.	3.	33,90	3,85	21,73	25,60	47,13	30,62	1,63	1,18	6,50	9,24
62	B	1.	I.	3.	4.	3.	27,90	3,95	21,90	26,00	43,91	29,38	1,34	1,65	6,30	11,57
63	B	1.	I.	1.	1.	3.	31,60	4	21,29	21,19	39,51	22,21	1,9	1,1	6,40	9,59
64	B	1.	II.	1.	1.	3.	34,80	3,70	23,13	24,75	44,24	23,03	2,59	0,54	6,40	10,00
65	B	1.	III.	1.	1.	3.	34,40	4,00	26,27	25,66	47,87	21,40	1,63	0,85	6,50	10,04
66	B	1.	III.	1.	2.	4.	32,50	3,90	27,35	23,43	51,81	17,85	1,76	1,10	6,40	10,63
67	B	1.	II.	1.	1.	3.	35,00	3,80	23,76	23,97	45,35	24,07	2,48	0,88	6,40	9,68
68	B	1.	I.	1.	1.	1.	37,20	3,85	18,62	20,58	36,52	33,44	2,54	0,55	6,50	9,47
69	B	1.	II.	1.	1.	3.	41,30	3,90	19,67	24,43	43,27	33,13	1,86	0,24	6,40	9,89
70	B	1.	II.	1.	1.	3.	39,10	3,85	20,25	24,69	42,46	32,44	1,61	0,56	6,10	8,04
71	B	1.	III.	1.	1.	1.	49,10	4,00	18,87	20,52	37,11	34,64	1,83	0,45	6,10	8,21
72	B	3.	III.	1.	1.	3.	44,40	4,25	21,36	22,39	43,14	30,75	1,74	0,16	6,40	9,12
73	B	1.	II.	1.	1.	2.	41,40	3,95	20,30	22,44	41,32	32,99	1,57	0,64	6,40	9,51
74	B	1.	II.	1.	1.	3.	31,20	3,95	25,03	24,42	47,20	24,82	2,31	0,41	6,40	8,45

Vysvětlivky.: B - bakteriální, B-E – bakteriálně-enzymatické, BA – bez aditiv

Tabulka 22 – Data vzorků travní siláže

Číslo vzorku	Typ aditiva	Třída fermentace dle Normy 2004	Celková třída dle Normy 2004	Známka dle Kaisera 2006	Třída fermentační kvality dle Mířka 2016	Třída živinové kvality dle Mířka 2016	Sušina původní v %	pH	Vláknina v sušíně (%)	ADF v sušíně (%)	NDF v sušíně (%)	kyselina mléčná v p.h. (%)	kyselina octová v p.h. (%)	kyselina másečná v p.h. (%)	Dusíkaté látky v sušíně (%)	NEL (MJ)	% proteolýzy
75	B-E	4	III.	1	2	3	26,9	4,45	26,73	35,71	54,59	1,01	0,12	0	132,40	5,7	10,5
76	B	3	II.	2	3	2	25,2	3,90	23,53	30,24	44,99	2,86	0,48	0,11	159,18	5,7	7,9
77	B-E	1	I.	1	1	3	34,1	4,00	25,38	33,06	48,23	3,29	0,66	0	143,88	5,6	7,4
78	B-E	1	I.	1	1	4	38,7	4,25	24,29	32,83	49,59	2,24	0,42	0	119,03	5,4	3,4
79	B-E	1	I.	1	1	3	47,2	4,60	26,24	33,37	52,07	1,47	0,56	0	138,81	5,4	6,5
80	B	4	II.	1	2	1	29,2	3,90	24,03	29,94	43,28	3,43	0,46	0,11	173,54	5,6	10,4
81	B-E	3	II.	2	2	1	29,7	4,10	24,82	32,28	49,23	2,55	0,45	0,11	176,03	5,7	8,0
82	B-E	1	I.	2	2	3	29,6	4,55	26,19	35,61	56,52	1,43	0,98	0	168,78	5,6	1,1
83	B	1	II.	1	1	2	49,7	4,75	28,92	34,93	53,05	1,13	0,24	0	150,17	5,4	7,0
84	B	1	I.	1	1	2	36,4	4,05	22,09	29,08	45,90	2,71	0,49	0,10	152,10	5,5	2,8
85	B	1	I.	1	1	2	40,1	4,15	23,14	31,80	50,46	2,91	0,30	0,10	166,41	5,5	4,7
86	B	2	I.	1	1	2	34	4,05	25,48	32,18	47,01	3,13	0,63	0	165,95	5,5	10,2
87	B	1	I.	1	1	3	32	4,15	26,52	36,99	55,59	2,11	0,61	0	135,46	5,5	8,5
88	B	1	III.	1	1	4	55,1	4,95	27,04	33,91	52,37	1,09	0,20	0	125,27	5,4	2,3
89	B	1	III.	3	3	3	27,5	4,20	31,43	36,84	59,29	1,72	1,28	0,10	135,76	5,7	1,4
90	B	5	IV.	5	5	3	29,4	4,70	29,20	35,14	55,33	1,34	1,00	0,49	155,57	5,5	20,8
91	B	1	I.	1	1	4	38,5	4,20	28,96	33,33	61,38	2,44	0,52	0	146,47	5,5	2,8
92	B	2	II.	1	1	3	47,1	4,40	26,83	33,64	48,88	1,99	1,10	0	133,65	5,4	10,0
93	B	1	II.	1	1	3	36,8	4,25	28,06	35,87	56,43	1,89	0,31	0	147,22	5,6	6,7
94	B	1	I.	1	1	3	44,9	4,30	25,18	30,94	51,06	3,22	0,32	0	146,92	5,5	5,5
95	B	1	I.	1	1	1	41,3	4,10	25,13	29,01	48,42	3,78	0,33	0	182,97	5,5	2,1
96	CH	3	III.	3	4	3	25,7	4,15	29,21	32,25	52,43	1,90	1,49	0	147,36	5,7	9,7
97	CH	1	II.	1	2	2	30,4	4,25	29,42	35,44	53,32	1,82	1,06	0	152,24	5,4	1,1
98	CH	1	I.	2	2	1	28,4	4,10	24,52	33,16	43,03	2,27	0,38	0,10	194,39	5,5	1,9
99	CH	4	III.	5	5	4	27,7	4,75	29,33	42,06	59,88	<0,10	1,02	0,58	126,42	5,4	4,5
100	B	1	III.	1	1	2	49,7	4,40	29,80	31,84	55,00	2,50	0,35	0	190,01	5,5	2,8
101	B	1	II.	1	1	2	50,4	4,60	22,94	32,21	49,34	1,86	0,45	0	169,55	5,6	4,3
102	BA	1	I.	3	4	1	32,7	4,50	22,02	29,36	43,63	1,21	1,72	0	171,65	5,5	8,4
103	BA	1	I.	1	2	2	35,8	4,65	23,50	28,47	46,17	1,71	0,34	0	164,93	5,5	6,3
104	BA	1	IV.	1	1	5	40,3	4,20	33,20	37,47	59,98	1,32	0,92	0	104,97	5,1	2,5
105	BA	1	II.	1	1	4	48,9	4,60	24,62	31,64	52,19	1,51	0,30	0	119,21	5,1	3,6
106	BA	5	IV.	5	5	5	24,7	5,00	31,57	46,15	65,47	<0,10	0,36	0,54	99,28	4,8	15,6
107	B	2	II.	1	1	3	48,7	4,45	24,72	32,62	53,54	1,49	0,51	0,10	149,15	5,7	7,3
108	B	5	III.	2	4	3	27,1	4,00	29,96	36,05	58,06	1,23	0,78	0,16	159,47	5,8	11,1

109	B	5	III.	1	1	4	44,1	4,65	30,82	38,16	61,74	2,05	0,37	0	147,71	5,7	14,8
110	B	3	II.	1	1	2	45,5	4,40	27,74	26,71	53,62	2,51	0,39	0,13	176,29	5,7	4,7
111	B-E	4	II.	1	1	1	31,9	3,90	20,47	27,90	37,17	3,43	0,54	0	176,73	5,7	12,1
112	B	1	I.	1	1	3	28,6	3,85	28,71	30,79	58,77	3,42	0,17	0	146,35	5,5	6,4
113	B	2	III.	1	1	2	43,1	4,70	31,55	38,64	52,00	1,51	0,71	0,10	182,58	5,6	9,4
114	B	1	II.	1	1	3	31,7	4,15	31,48	42,31	57,79	2,36	0,87	0,00	206,70	5,6	5,7
115	B	1	I.	1	1	1	38,4	4,10	27,03	31,45	49,64	3,16	0,33	0,10	174,80	5,5	1,6
116	B	1	I.	1	1	3	37,9	4,20	28,80	37,73	55,88	2,67	0,80	0	179,64	5,5	2,3
117	B	1	III.	1	1	3	28,8	4,05	32,28	37,58	59,47	2,20	0,51	0	166,29	5,7	7,7
118	B	3	II.	1	1	2	40,1	4,30	25,35	34,38	51,32	2,41	0,73	0,11	170,60	5,6	3,8
119	B	3	II.	1	1	2	40,4	4,30	27,85	33,94	53,35	2,79	0,58	0,11	161,72	5,6	2,4

Vysvětlivky.: B - bakteriální, B-E – bakteriálně-enzymatické, BA – bez aditiv,

CH - chemické

Tabulka 23 – Seznam využitých bakteriálních aditiv

Název přípravku	Druhy bakterií	Ostatní složky
ADISIL LAC	P. acidilactici L. plantarum	maltodextrin
BONSILAGE	L. plantarum P. pentosaceus	R: laktóza G: uhličitan vápenatý
BONSILAGE FIT M	L. buchneri L. rhamnosus L. plantarum	R: dextróza
BONSILAGE PLUS	L. rhamnosus L. plantarum L. brevis L. buchneri P. pentosaceus	R: laktóza G: uhličitan vápenatý
MICROSIL Premium	L. plantarum E. faecium l. buchneri	maltodextrin
PRO SIL DRY	L. brevis L. fermentum	laktóza
SILA-BAC	L. plantarum E. faecium	maltodextrin
SILA-BAC MAIS KOMBI	L. buchneri L. plantarum E. faecium	maltodextrin
SiloSolve MC	L. plantarum E. faecium Lactococcus lactis	maltodextrin

(TYROLOVÁ, 2018)

Tabulka 24 – Seznam využitých bakteriálně-enzymatických aditiv

Název přípravku	Druh bakterií	Enzym	Ostatní složky
EnergySil	směs heterofermentativních a homofermentativních bakterií	celulolytické enzymy	
FORMASIL	<i>P. pentosaceus</i>	beta-glukanáza, xylanáza	laktóza
FORMASIL COOL	<i>P. pentosaceus</i>	beta-glukanáza, xylanáza	
Sil- All 4x4 + FVA	<i>L. plantarum</i> <i>P. acidilactici</i> <i>P. pentosaceus</i> <i>Propionibacterium acidipropionici</i>	celuláza, xylanáza, amyláza, beta-glukanáza	organická sacharóza

(TYROLOVÁ, 2018)

Tabulka 25 – Seznam využitých chemických aditiv

Název přípravku	Složení
PRO SIL LIQUID	k. mravenčí, mravenčan sodný, k. propionová, propionan amonný, k. octová, k. sorbová, mono a diglyceridy mastných kyselin

(TYROLOVÁ, 2018)

7.2 Hodnocení siláží dle Normy 2004

Hodnocení fermentačního procesu

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

Hodnocení smyslového posouzení siláží.

Ze smyslového hodnocení může siláž získat 0-12 bodů. Penalizaci provedeme, pokud součet bodů bude 6 a méně:

6 bodů – penalizace	-5 bodů
4 body – penalizace	-10 bodů
méně než 2 body – penalizace	-20 bodů

Pach (vůně)

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

Barva

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

Struktura a konzistence.

- struktura hmoty zachovalá bez cizích příměsí 3 body
- struktura hmoty narušená, konzistence mazlavá, slabé znečištění 1.5 bodu
- struktura rozrušená, silně znečištěná, plesnivá 0 bodů

Hodnocení bílkovinných siláží podle stupně proteolýzy.

U bílkovinných a polobílkovinných siláží se hodnotí stupeň proteolýzy, který vypočteme jako podíl dusíku amoniakálního z obsahu dusíku celkového. Počet bodů, které může siláž dostat za stupeň proteolýzy, je 13. Systém bodového hodnocení je zpracován zvlášť pro vojtěšku a pro ostatní bílkovinné siláže. Ostatní bílkovinné a polobílkovinné siláže, kde se počítá proteolýza (z tabulky 30) jsou ohodnoceny dle tabulky 26. U siláží glycidových (kukuřičná siláž) se proteolýza nezjišťuje a do výpočtu fermentační třídy se započítává plných 13 bodů.

Tabulka 26 - Ostatní bílkovinné a polobílkovinné siláže, kde se počítá proteolýza

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

Hodnocení kyseliny máselné

Tabulka 27 - Hodnocení kyseliny máselné u bílkovinných a polobílkovinných siláží (travní siláž)

Kys. Máselná v %	Body	Penalizace za kyselinu máselnou
0,000 – 0,025	5	
0,026 – 0,100	3	
0,101 – 0,500	0	-5
0,501 – 1,000	0	-10
Nad 1,001	0	-20

Tabulka 28 - Hodnocení kyseliny máselné u glycidových siláží (kukuřičná siláž)

Kys. Máselná v %	Body	Penalizace za kyselinu
0,000 – 0,025	5	
0,026 – 0,050	0	-5
0,051 – 0,100	0	-10
Nad 0,101	0	-20

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

Při vyhodnocení fermentačního procesu se sečtou dosažené body za smyslové hodnocení, stupeň proteolýzy a za kyselinu máselnou. Podle dosažených bodů se přiřadí z tabulky. Fermentační třída a vypočtené body se pak také budou podílet na celkovém hodnocení siláže.

Tabulka 29 - Celkové body za fermentační proces a zařazení do třídy fermentace

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

*Součet penalizací z fermentačního procesu

Systém hodnocení živinových ukazatelů v silážích

Z laboratorního rozboru může získat siláž maximálně 100 bodů, z toho za sušinu 20 bodů, za vlákninu 30 bodů, za dusíkaté látky 20 bodů a za fermentační proces 30 bodů. Při nedodržení kvalitativních ukazatelů jsou pak podle tabulkových hodnot prováděny srážky v bodech.

Tabulka 30 - Normativní hodnoty sušiny, vlákniny a dusíkatých látek a srážky v bodech při nedodržení kvality siláže (zkráceno)

Parametr	Sušina g/kg max. 20 bodů				Vláknina g/kg max. 30 bodů		Dusíkaté látky g/kg max. 20 bodů**	
	Sušina min.	Srážka pod*	Sušina max.	Srážka pod*	Vláknina max.	Srážka nad*	NL min.	Srážk a pod*
1.Travní	280	-0,3	450	-0,3	270	-0,5	140	-0,2
14.Kukuřičná	300	-0,2	350	-0,3	210	-0,5	90	0,0

Pokud za některý ukazatel získá siláž 0 bodů, pak bude započtena penalizace -10 bodů.

Vláknina a dusíkaté látky jsou v tabulce vyjádřeny v procentech ve 100 % sušině.

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

**) V laboratorním rozboru je v NL zahrnut i dusík z amoniaku, protože při předsušení siláže totiž dochází k uvolnění většiny NH_3 . Z tohoto důvodu pak musí být přičten k celkovému NL podle následujících vzorců. Výpočet se provádí v původní hmotě:

1) Platí-li podmínka $\text{pH} \leq 4.2$

$$\text{pak NL z NH}_3 = 0.83 * \text{NH}_3 * 14/17.03 * 6.25$$

2) Platí-li podmínka $\text{pH} > 4.2 \leq 4.5$

$$\text{pak NL z NH}_3 = 0.85 * \text{NH}_3 * 14/17.03 * 6.25$$

3) Platí-li podmínka $\text{pH} > 4.5$

$$\text{pak NL z NH}_3 = 0.93 * \text{NH}_3 * 14/17.03 * 6.25$$

Dodatečné podmínky zařazení siláží do celkové třídy se slovním hodnocením.

- Zkrmitelná siláž - je siláž v celkové třídě III. a IV.
- Podmínečně zkrmitelná siláž - stupeň proteolýzy je 15 - 20%, nebo s třídou fermentace V.
- Zdravotně závadná siláž - platí podmínka: pokud dostane z fermentačního procesu penalizaci -20 a méně, je automaticky zařazena do celkové třídy IV.

Celkové hodnocení kvality siláže a zařazení do celkové třídy

Podle hodnocení laboratorního rozboru siláže se sečtou získané body za sušinu (0 až 20 bodů), za vlákninu (0 až 30 bodů), za dusíkaté látky (0 až 20 bodů) a za fermentační proces (0 až 30 bodů). Podle tabulky č. 7 se přiřadí celková třída I. - IV. a slovní komentář Výborná až Nezdařilá. Podle dodatečných podmínek se pak ještě k celkovému hodnocení přiřadí i slovní hodnocení.

Tabulka 31 – Zařazení do celkové třídy podle dosažených bodů

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

7.3 Hodnocení siláží dle KAISERA (2006)

Kvalita fermentace se u toho způsobu hodnocení posuzuje podle obsahu kyseliny máselné a octové v siláži a stanovením jejich vzájemného poměru (tabulka 32) (BIOM, 2006).

Tabulka 32 - Hodnocení obsahu kyseliny máselné a octové

Obsah kyseliny máselné		Obsah kyseliny octové	
Obsah v sušině (%)	Body	Obsah v sušině (%)	Body
0-0,3	90	<3	0
>0,3-0,4	81	>3-3,5	-10
>0,4-0,7	72	>3,5-4,5	-20
>0,7-1	63	>4,5-5,5	-30
>1-1,3	54	>5,5-6,6	-40
>1,3-1,6	45	>6,5-7,5	-50
>1,6-1,9	36	>7,5-8,5	-60
>1,9-2,6	27	>8,5	-70
>2,6-3,6	18		
>3,6-5	9		
>5	0		

Dále se hodnotí pH v závislosti na sušině (tabulka 33).

Tabulka 33 - Hodnocení pH

Sušina pod 30 %		Sušina 30 – 45 %		Sušina nad 45 %	
pH	Body	pH	Body	pH	Body
<4	10	<4,5	10	<5,0	10
4,0 – 4,3	5	4,5 – 4,8	5	5,0 – 5,3	5
>4,3 – 4,6	0	>4,8	0	>5,3	0
>4,6	-5				

Nakonec se body přičtou či odečtou a vznikne výsledné celkové hodnocení, které je ohodnoceno známkou a slovním ohodnocením (tabulka 34).

Tabulka 34 - Celkové hodnocení

Celkový počet bodů (Tabulka 29 a 30)	Kvalita fermentace	
	Známka	Slovní hodnocení
100 – 90	1.	Velmi dobrá
89 – 72	2.	Dobrá
71 – 52	3.	Potřeba zlepšit kvalitu
51 – 30	4.	Špatná
<30	5.	Velmi špatná

7.4 Hodnocení siláží dle MITRÍKA (2016)

Hodnocení fermentačních parametrů

O celkovém zařazení do fermentačních jakostních tříd rozhoduje nejhorší kritérium z posuzovaných kritérií uvedených v tabulce 35 resp. 36 pro příslušný druh krmiva.

Tabulka 35 - Hodnocení fermentační kvality u kukuřičné siláže

Živina		pH	Kys. máslová	Kys. octová
Jednotka		vzorec	g/kg suš.	g/kg suš.
Kvalitativní třída	1.	$\text{pH} \leq 0,026 \times \% \text{suš.} + 3,694$	$\leq 3,00$	$\leq 30,00$
	2.		3,01 - 4,00	30,01 - 40,00
	3.		4,01 - 5,00	40,01 - 50,00
	4.		5,01 - 6,00	50,01 - 60,00
	5.	$\text{pH} > 0,026 \times \% \text{suš.} + 3,694$	$> 6,00$	$> 60,00$

Tabulka 36 – Hodnocení fermentační kvality u travní a bílkovinné siláže

Živina		Kys. máslová	Kys. octová	proteolýza	pH
jednotka		g/kg	g/kg	%	vzorec
Kvalitativní třída	1.	$\leq 3,00$	$\leq 30,00$	$\leq 15,00$	$\text{pH} \leq 0,026 \times \% \text{suš.} + 3,694$
	2.	3,01- 4,00	30,01- 40,00	15,01-18,00	$\text{pH} \leq (0,026 \times \% \text{suš.} + 3,694) + 0,20$
	3.	4,01- 5,00	40,01- 50,00	18,01- 21,00	$\text{pH} \leq (0,026 \times \% \text{suš.} + 3,694) + 0,40$
	4.	5,01- 6,00	50,01- 60,00	21,01- 24,00	$\text{pH} \leq (0,026 \times \% \text{suš.} + 3,694) + 0,60$
	5.	$> 6,00$	$> 60,00$	$> 24,00$	$\text{pH} > (0,026 \times \% \text{suš.} + 3,694) + 0,60$

Hodnocení živinových parametrů

O celkovém zařazení do živinových jakostních tříd rozhoduje nejhorší kritérium z posuzovaných kritérií uvedených v tabulce 137.

Tabulka 37 - Hodnocení živinové kvality konzervovaných krmiv (zkráceno)

Siláž		kukuřičná		travní a jetelotravní	
Živina		NDV	škrob	NL	NDV
Jednotka		g/kg suš.			
Kvalitativní třída	1.	≤ 380	≥ 275	≥ 170	≤ 500
	2.	> 380 a ≤ 420	≥ 225 a < 275	≥ 150 a < 170	> 500 a ≤ 550
	3.	> 420 a ≤ 480	≥ 175 a < 225	≥ 130 a < 150	> 550 a ≤ 600
	4.	> 480 a ≤ 520	≥ 125 a < 175	≥ 110 a < 130	> 600 a ≤ 650
	5.	> 520	< 125	< 110	> 650

Výsledné hodnocení siláže

Výsledné hodnocení siláže se vyjadřuje číselnou hodnotou 1 až 5 za hodnocení fermentačních parametrů (1 – vynikající, 2 – výborná, 3 – vydařená, 4 – méně vydařená, 5 – nevydařená x nehodnotitelná), dále vyjádřením písmenem (K, L, T, O) dle druhu krmiva a vpravo číselnou hodnotou 1 až 5 za hodnocení kvality živinových parametrů (1 – velmi vysoká, 2 – vysoká, 3 – dobrá, 4 – nízká, 5 – velmi nízká x nehodnotitelná) (MITRÍK, 2010).