

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Zemědělská fakulta

Studijní program: B4103 Zootechnika
Studijní obor: Zootechnika
Katedra: Katedra zootechnických věd
Vedoucí katedry: doc. Ing. Miroslav Maršálek, CSc.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Aditivní látky a jejich vliv na kvalitu siláží

Autor bakalářské práce: Tereza Šejbová

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

České Budějovice, 2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tereza ŠEJBOVÁ**
Osobní číslo: **Z13149**
Studijní program: **B4103 Zootechnika**
Studijní obor: **Zootechnika**
Název tématu: **Aditivní látky a jejich vliv na kvalitu siláží**
Zadávací katedra: **Katedra zootechnických věd**

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

Krmiva konzervovaná silážováním představují hlavní součást celoroční výživy skotu. Jejich vysoká jakost, nutriční i dietetická, je předpokladem k dobrému zdravotnímu stavu a výraznou měrou ovlivňují i produkci mléka. Pro zajištění kvalitní silážované hmoty je nezbytné dodržovat technologické zásady silážování. Další možností vedoucí k omezení ztrát je zařazení odpovídajících konzervačních přípravků.

Cílem bakalářské práce je vypracovat literární přehled pro oblast konzervace krmiv silážováním se zaměřením na aditivní látky a jejich vliv na kvalitu siláží. Na základě kompilační práce navrhněte možnosti uplatnění konzervačních aditiv a vyhodnoťte jejich vliv na kvalitu konzervovaných krmiv silážováním.

Rozsah grafických prací: 5 tabulek, 5 grafů
Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné 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.
Bíro, D., Juráček, M., Gálik, B., Šimko, M., Kačániová, M. Influence of chemical inhibitors on fermentation process and hygienic quality of high moisture corn. Slovak Journal of Animal Science, 39, 2006, 108-112
Lád, F. 2006. Vliv vybraných ukazatelů na kvalitu silážovaných krmiv. JU ZF v Českých Budějovicích, 100 s.
Hulsen, J., Aerden, D. 2014. Feeding signals. 108 s.
Dawson, L.E.R. and Steen, R.W.J. (2000) Relationship between dry matter, fibre and nitrogen degradation characteristics of silage and silage intake of steers. Animal Science 70, 537-546.
Kalač, P. 2011. The effects of silage feeding on some sensory and health attributes of cows milk: A review. Food chemistry, 125, 307-317
Třináctý a kol. Hodnocení krmiv pro dojnice. Agro Digest 2013, 590 s.

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

Datum zadání bakalářské práce: 17. března 2015
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2016


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

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


doc. Ing. Miroslav Maršálek, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 17. března 2015

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci na téma: „Aditivní látky a jejich vliv na kvalitu siláží“ vypracovala samostatně s použitím literatury zdrojů citovaných v práci a uvedených v seznamu literatury.

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

V Českých Budějovicích dne 20.4.2016

Tereza Šejbová

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce doc. Ing. Františku Ládovi, CSc. za odborné vedení při zpracování bakalářské práce.

Abstrakt:

Cílem bakalářské práce je navrhnout možnost uplatnění aditivních látek na základě kompilační práce. Tato práce se mimo jiné zabývá problematikou silážování a využitím aditivních látek na výslednou kvalitu siláží. Úvodní část práce se zaměřuje na důležitost konzervace krmiv pro hospodářská zvířata. Další část práce se zabývá procesem silážování se zaměřením na fermentaci a skladbu mikroorganismů, které ovlivňují průběh fermentace, ať už pozitivně nebo negativně. Důležitou částí práce je rozdělení aditivních látek, které se využívají při silážování. Je zde kladen důraz na kvalitu těchto přípravků a jejich vliv na výslednou kvalitu siláží. V další části práce jsou uvedena hlediska hodnocení kvality siláží. Závěr práce je zaměřen na použití aditivních látek.

Klíčová slova: siláž, aditiva, fermentace, bakterie mléčného kvašení

Abstarct

The aim of tehseis propose them position of additives based on the compilation work. This work, inter alia deals with silage and use of additives on the quality of silage. The introductory part focuses on them portance of conservation of livestock feed. Another part deals with the ensiling process with a focus on fermentation and composition of microorganisms that affet the course of the fermentation, either positively or negatively. Them portant part is the distribution of additives, which are used in silage. There is an emphasis on the quality of these products and their impact on the quality silage. Then extsection identifies the aspects of evaluating the quality of silage. Finally, the work focuses on the use of additives.

Key words: silage, aditives, fermentation, lacid acid bacteria,

Obsah

1. Úvod a cíl.....	9
2. Literární přehled	10
2.1 Konzervace krmiv	10
2.2 Proces silážování	11
2.3 Fermentace	16
2.4 Mikroorganismy v siláži.....	18
2.4.1 Bakterie mléčného kvašení	19
2.4.2 Homofermentativní bakterie	19
2.4.3 Heterofermentativní bakterie	20
2.4.4 Kvasinky	20
2.4.5 Enterobakterie	20
2.4.6 Klostridie.....	21
2.5 Silážní aditiva	21
2.5.1 Biologická aditiva	22
2.5.2 Enzymatická aditiva	24
2.5.3 Bakteriálně-enzymatická aditiva.....	25
2.5.4 Chemická aditiva.....	26
2.6 Silážní přísady	28
2.7 Dávkování a způsob aplikace aditiv	28
2.8 Hodnocení účinků silážních přípravků.....	30
2.9 Vliv silážních aditiv na kvalitu siláží	31
2.10 Hodnocení kvality siláže	33
3. Závěr	38
4. Použitá literatura	39

1. Úvod a cíl

Objemná statková krmiva tvoří základ krmných dávek skotu a ovcí po celé krmné období. Konzervace objemných krmiv silážováním je jeden z nejpoužívanějších způsobů uchování nutriční hodnoty krmiva a jeho dietetických vlastností. Nekonzervovaná krmiva rychle ztrácejí svou nutriční hodnotu, množí se zde nežádoucí a škodlivé organismy, jsou tepelně poškozována a mohou obsahovat škodlivé mykotoxiny. Stávají se tak nevhodným pro krmení hospodářských zvířat, protože nemohou zajistit dostatečné množství potřebných živin a energii pro vysokou produkci.

V dnešní době je kladen velký důraz na vysokou užitkovost hospodářských zvířat při nízkých nákladech na chov. Zkrmováním nekvalitních krmiv můžeme ohrozit zdraví zvířata a výsledné produkty pak nemohou být kvalitní. Pokud toto nezajistíme, mohou vznikat vysoké finanční ztráty, které se jen těžko vyrovnávají. Je důležité zvolit správné technologické postupy při sklizni, konzervaci a skladování objemných krmiv. Díky tomu můžeme zamezit rozvoj nežádoucích mikroorganismů produkujících jedovaté toxiny, které se mohou dostat až do živočišných produktů a následně i do lidského organismu. Proto musíme dbát na správný management výroby objemných krmiv, abychom zajistili kvalitní krmivo s dostatečným množstvím živin a energie.

Abychom dokázali vytvořit plnohodnotné kvalitní konzervované krmivo, především siláže, můžeme se pomoci aplikací aditivních látek. Tyto přídatné komponenty nám pomohou uchovat a dobře zakonzervovat krmivo, bez výrazného vzniku nežádoucích mikroorganismů, plísní a nevhodným pH krmiva.

Cílem této práce je vypracovat literární přehled pro oblast konzervace krmiv silážováním se zaměřením na aditivní látky a jejich vliv na kvalitu siláží. Na základě této práce je navrženo uplatnění konzervačních aditiv a vyhodnocen jejich vliv na kvalitu krmiv konzervovaných silážováním.

2. Literární přehled

2.1 Konzervace krmiv

Základem výživy skotu je výroba objemných krmiv v dostatečném množství. Kvalitní a zdravotně nezávadné siláže budou vždy značně náročné na jejich výrobu (Mikyska, 2016).

Siláže a seno představují v podmínkách ČR základ krmných dávek skotu, krav zejména. Mají-li sehrát v krmných dávkách vytyčenou úlohu z dietetického, nutričního, ale i ekonomického pohledu, pak je zcela nezbytné, aby měly vysokou výživnou hodnotu, byly lehce stravitelné, s dostatečnou koncentrací živin a zároveň odpovídaly i mikrobiálně hygienickým požadavkům (Doležal, 2012).

Kvalitní konzervovaná krmiva mají důležitou stabilizační úlohu v krmných dávkách přežvýkavců. Tato krmiva se proto musejí vyznačovat i vysokou chutností, aby je zvířata mohla v potřebném množství přijmout. Chutnost siláže tak vedle druhového složení a kvality fermentace v největší míře rozhodně o využití krmiva, a tím i o produkční účinnosti celé krmné dávky.

Konzervace krmiv je naprostou nutností, neboť v opačném případě nekonzervovaná krmiva se rychle mikrobiálně a chemicky kazí, ztrácejí na výživové hodnotě, zahřívají se a toxickými metabolity mohou negativně ovlivnit užitkovost a zdraví zvířat (Doležal, 2012).

Mitřík (2016) poukazuje na důležitost dotažení kvalitního a úspěšného procesu konzervace krmiv až po kravský bachor. To se pak projeví v efektivní užitkovosti zvířat. V současné době máme k dispozici techniku pro silážování, která je na vysoké technologické úrovni (Mikyska, 2016). Správnou technologií konzervace můžeme zajistit dostatečné množství kvalitních krmiv na celé roční období při udržení chutnosti a výživné hodnoty (Doležal, 2012).

Cílem úspěšné konzervace krmiv je rychlým okyselením silážované biomasy dosáhnout snížení hodnoty pH a tím dosáhnout efektivní snížení ztrát sušiny a živin. Tak můžeme zajistit uchování zbytkových vodorozpustných sacharidů v silážích jako zdroj pohotové energie.

K přípravě kvalitních siláží je nezbytné používat pouze kvalitní čerstvou či zavadlou píci, sklizenou v optimální sklizňové zralosti při dodržení všech technologických zásad (Doležal, 2012).

V souvislosti s aplikací silážních aditiv je z řady prací známo, že vedle pozitivního vlivu na výslednou kvalitu (zejména kvalitu fermentačního procesu), mají příznivý vliv i na chutnost siláží a následný příjem. Naproti tomu siláže horší kvality mají negativní vliv nejen na celkový příjem, ale i na snížení užítkovosti a zdravotní stav.

Vysoká efektivnost využívání konzervovaných krmiv ve všech výrobních oblastech spočívá především ve zvládnutí sklizně a konzervace jak po stránce technické, biotechnologické, ale i ekonomické. Siláže a seno z víceletých pícnin pěstovaných na orné půdě, spolu s kukuřičnými silážemi, loukami či pastvinami, vytvářejí v daných oblastech přirozenou krmivovou základnu pro chov skotu (Doležal, 2012).

Ze současného vývoje lze konstatovat, že produkce sušiny z víceletých pícnin na orné půdě má snižující tendenci, zatímco využívání ploch z trvalých travních porostů má neustále rostoucí trend (Doležal, 2010).

2.2 Proces silážování

Příprava siláží je známa více než 3000 let. Staří Řekové a Egypťané skladovali obilniny a krmiva z celých rostlin v síle. V 19. století se rozvinula metoda konzervace silážováním. Největší rozmach byl zaznamenán v druhé polovině 20. století. V současné době je technologie konzervace krmiv silážováním hlavním a nejdůležitějším způsobem konzervace. Tímto způsobem se konzervuje více než 80% objemných krmiv (Doležal, 2012).

Vysoká kvalita siláží v současné době se stává ještě důležitějším faktorem, který pomůže zajistit ziskovost chovu skotu (Foltánová, 2016).

Kvalita siláží je dána celým souborem kritérií smyslového a chemického hodnocení a je ovlivněna nejen obsahem a poměrem živin konzervované píce, ale především vlastním průběhem fermentačního procesu a podmínkami skladování. Tato metoda umožňuje konzervovat sklizené plodiny ve šťavnatém nebo částečně zavatlém stavu (s obsahem sušiny od 24 – 50 %). Siláže jsou konzervovaná objemná krmiva, která se podle obsahu sušiny vyznačují nízkou hodnotou pH (3,7 - 5,0) za vzniku organických kyselin. Především kyseliny mléčné, která vzniká fermentací nízkomolekulárních rostlinných sacharidů (Doležal, 2012).

Výsledný produkt bude tím kvalitnější, čím více kyseliny mléčné (na úkor ostatních kyselin) se vytvoří a čím méně živin (hlavně energie) se při tomto procesu

ztratí. Obecné principy silážování jsou známy, rovněž kvalita sklizňové techniky se neustále zlepšuje. Technologie silážování se zdokonaluje, jsou používány nové různé konzervační přípravky, přesto ne vždy se podaří vytvořit kvalitní siláž. Je to způsobeno velkou variabilitou obsahu živin pozitivně i negativně ovlivňujících silážování různých rostlinných materiálů a podmínkami při silážování (Hučko, 2009).

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

Hlavní složkou píce jsou strukturní sacharidy celulóza, hemicelulóza a lignin. Jak porost stárne, zvyšuje se ukládání strukturních sacharidů, které umožňují vzpřímenou pozici rostlin. Zvýšení obsahu těchto sacharidů však vede ke snížení stravitelnosti rostlin (Marley, 2016).

Podle obsahu živin mohou být siláže bílkovinné, polobílkovinné či sacharidové povahy. Kvalitní siláže se připravují z víceletých píce, silážní kukuřice, trav, silážováním luskovin či luskovinoobilných směsek, z celých rostlin obilovin (silážované drtě), potravinových krmných zbytků (cukrovarské řízky, pivovarské mláto) a dalších surovin, které mají dostatečný obsah vodorozpustných sacharidů (VRS), které jsou nezbytné pro fermentaci a vhodný obsah sušiny. Podle obsahu sušiny silážované píče a použité technologie rozeznáváme siláže z čerstvé hmoty obvykle s obsahem sušiny 22 – 26 %, siláže z částečně zavadlé píče (sušina 26 – 35 %) a siláže ze zavadlé píče (sušina 35 – 50 %) (Doležal, 2012).

Píce z víceletých píce a trvalých travních porostů lze za účelem silážování sklízet způsobem se zavádáním píče (Pozdíšek, 2008). Silážování zavadlé píče vede k vyšší výsledné sušině, což má za následek na jedné straně horší růst nežádoucích bakterií, ale na druhé straně také menší produkce kyseliny mléčné. Pokud se sušina blíží 40 % a pH 5,0, mluvíme o senáži, kde je konzervace zajištěna kombinací kyseliny mléčné (pH), osmotického tlaku a také přítomností CO₂ (Rada, 2009). Tyto siláže se vyznačují nižším obsahem kvasných kyselin, nižší kyselostí, vyšší hodnotu pH než siláže připravené z čerstvé píče. Tyto siláže jsou citlivější na tepelné poškození vlivem aerobních změn (Doležal, 2010).

Píciny, které obsahují více zkvasitelných sacharidů a nízkou tlumivou kapacitu, jsou lehce silážovatelné, konzervují se po přímé sklizni. Hlavním zástupcem je

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

Sklizeň píce probíhá po celé vegetační období se špičkami v době prvních sečí (květen, červen) a sklizně silážních plodin (září, říjen). Při špatném počasí a nevhodném způsobu sklizně, odrolem, nesebráním, nevhodnou konzervací mohou činit ztráty sušiny na hmotě 15 až 35 %, ztráty živin až 50 % a vitamínů až 100 %. Vhodným sklizňovým postupem lze snížit riziko počasí a zabránit znehodnocení píce v průběhu uskladnění. Důležité je také vhodně zvolit termín sklizně s ohledem na zralost plodiny (Mašek, Novák, 2011). Doba sklizně píce na siláž je vždy kompromisem mezi výnosem a kvalitou, právě díky rostoucímu obsahu strukturních sacharidů (Marely, 2016). Odložení sklizně plodin pak může snížit stravitelnost škrobů a zvyšuje se podíl vlákniny (Silage making for small scale farmers). Obecně platí, že pro konzervaci je nutné sklízet mladou píci, s nízkým obsahem vlákniny a ligninu, tedy lehce stravitelnou s optimálním obsahem proteinu (Doležal, 2010).

Optimální fáze zralosti je podobná jako u pícnin určených na produkci sena – trávy, louky a pastviny na počátku metání, vojtěška a jetel ve stádiu butonizace. Obiloviny pro GPS (silážované drtě celých rostlin obilovin) se sklízí v těstovité (mléčně – voskové) zralosti zrna. Bob a peluška - GPS se sklízí v době, kdy je polovina lusků černá. Celá kukuřice se sklízí při sušině 28 – 35 %, LKS (palice s listeny) o 14 dní později a CCM (zrno a část větven) za dalších několik dní (Hučko, 2009). Chiba et al. (2005) uvádí, že kukuřice na siláž by se měla sklízet v mléčné zralosti a vlhkost celé rostliny by měla být v rozmezí 65-73 %.

Dle Doležala (2010) mezi další zásady správného silážování patří optimální obsah sušiny a délka řezanky, dodržení zásad technologického procesu, aplikace účinných konzervačních aditiv a vhodné silážní sklady. Obsah sušiny hraje důležitou roli při konzervaci zavadlé píce na siláž. Při nízkém obsahu sušiny (asi 20 %), vznikají problémy při silážování, díky nadměrnému množství vznikajících silážních šťáv. Naopak při vysokém obsahu sušiny (nad 50 %) dochází ke zhoršenému vytěsnění vzduchu, což vede k zhoršení fermentace. O úspěchu silážování do značné

míry rozhoduje také délka řezanky. Čím je vyšší sušina, tím musí být řezanka kratší, aby došlo k účinnému stlačení hmoty a vytěsnění vzduchu, narušení stébel, zejména v oblasti kolének a zrna. V praxi je ověřeno, že nejlepšími výsledky se dosahuje s řezankou o velikosti do 5 mm (Mašek a Novák, 2011).

Pozdíšek (2008) uvádí, že by řezanka měla být v rozmezí 10 - 30 mm. Vyhovující řezanka má částice od 30 do 60 mm. Příliš dlouhá řezanka je považována s částicemi delšími než 60 mm. Při silážování píce s částicemi kratšími než 10 mm se získá siláž s nestrukturální vlákninou. Pokud by takové siláže nebyly v krmné dávce přežvýkavců doplněny krmivem s vyšším podílem účinné strukturální vlákniny, mohlo by v důsledku sníženého přežvykování a následného neúměrného zvýšení kyselosti v předžaludcích dojít i k vážným metabolickým poruchám. Podíl částic menších než 10 mm by tedy měl být co nejmenší. Optimální hodnoty (resp. požadavky) mohou být ovlivněny jak druhem pícniny, tak technologií. Skládanka (2011) uvádí délku řezanky silážní kukuřice mezi 15 – 20 mm, avšak je potřeba přizpůsobit tuto délku sušině a stupni zralosti zrn. Vyšší obsah sušiny kukuřičné siláže zvyšuje celkový příjem sušiny objemných krmiv o 2-3 kg a tak je organismus zvířete dotován větším množstvím energie, která má vliv na vyšší produkci mléka.

Délka řezanky ovlivňuje další technologický krok výroby siláže a tím je dusání materiálu. To významně rozhoduje o kvalitě fermentačního procesu (Doležal, 2010). Pozdíšek (2008) a Doležal (2010) se shodují, že biochemické přeměny v silážované hmotě probíhají tím intenzivněji, čím je více narušená. Ke správnému průběhu fermentace navíc přispívá i to, že více narušená píce se lépe dusá a lisuje, čímž je více vytlačen vzduch. Anaerobní prostředí se tak vlivem činnosti aerobních bakterií vytváří rychleji.

Často diskutovanou otázkou je samotná volba vhodného dusacího mechanismu, jeho hmotnost a konstrukce pneumatik. Velmi důležitá je také samotná doba dusání v přepočtu na 1 tunu (3–6 minut). Doba dusání pod 2 minuty je zpravidla vždy nedostatečná, vede ke zvýšení poréznosti siláže (obsahu zbytkového vzduchu), zahřívání a plesnivění. Proto technologie silážování do PE vaků, zejména u vojtěšky, kdy lisovaná hmota je ve vaku neprodyšně uzavřena zpravidla již do 6 hodin, dává lepší záruky na výslednou kvalitu siláží než při silážování ve žlabu za delší dobu než 3 dny. Píce v silážních žlabech by měla být rovnoměrně rozvrstvena a hned důkladně dusána již od prvních vrstev, protože dusání až několika vrstev nad sebou je nedostatečné. Při použití lehčích dusacích zařízení je nutné zvýšit počet nutných

přejezdů. Z technologického pohledu se doporučuje minimálně 5 přejezdů těžkým dusacím strojem. Důležitou skutečností je nejen doba dusání, ale také hmotnost a síla (7–10 kN/m² plochy), resp. zatížení nápravy (nad 2,5 t) (Skládanka et al., 2011).

Důkladným dusáním se umožní současně nejen vytěsnění vzduchu, ale také uvolnění rostlinných enzymů, a tím zahájení kvasných procesů. Na dusání musí navazovat rychlé a dokonalé zakrytí, neboť fermentační proces je proces anaerobní, který probíhá za nepřístupu vzduchu. Toto opatření je technologicky jedním z nejdůležitějších, neboť se musí zamezit růstu a množení aerobní mikroflóry (kvasinek a plísní). Vzduch do siláže nepatří a je nezbytné vzduch co nejdříve ze sila vytlačit a vlastní siláž před průnikem vzduchu chránit pravidelnou kontrolou neporušenosti vaků, obalovaných balíků a celistvosti fólie žlabů.

Na důkladné vypuzení vzduchu dusáním musí v technologickém postupu navazovat pečlivé zakrytí žlabu pro vzduch neprostupnou fólií (Skládanka et al., 2011). Velmi dobrých výsledků bylo u nás i v zahraničí dosaženo použitím dvou vrstev folie. První vrstvu tvoří tzv. podkladová nebo protektivní folie o tloušťce 40 - 50 m. Tato folie přilne k vrchní vrstvě siláže a vytvoří dokonalé hermetické prostředí podobné konzervaci ve vacích. Přes tuto folii je pak již položena již běžná silážní. I výběr této folie je důležitý. Je lépe použít vícevrstevnou nesvařovanou folii. Pokud můžeme použít pouze jednu velkou folii (na trhu je maximální rozměr 16 x 50 m), vyhneme se spojům, kterými může k siláži pronikat atmosférický vzduch a naopak mohou unikat silážní plyny (Jurek, 2001).

Tyrolová (2013) poukazuje na důležitost zatížení siláže, aby se pod fólie nedostával vzduch ani voda. Průniku vzduchu pod fólii brání různé zátěže, které jsou více či méně účinné. Nejlepší zkušenosti má Tyrolová se zátěžovými pytli plněnými šterkem nebo oblázky, které umožňují odtok srážkové vody. Existují i jiné způsoby zatížení (panely, gumové pásy, piliny), z nich nejčastěji jsou používány ojeté pneumatiky z osobních automobilů.

S délkou skladování kukuřičné siláže se v důsledku působení mikroorganismů a kyselého prostředí mění kvalitativní parametry zrna, což se projevuje postupným zvyšováním stravitelnosti škrobu (Třináctý a kol., 2013).

Správným udusáním dojde k vytěsnění vzduchu a snížení existenčních podmínek pro aerobní organismy. Po ukončení fáze zrání dojde ke snížení počtu kvasinek a plísní. Siláže je třeba nechat „dozrát“, ačkoliv se uvádí, že při aplikaci biologických aditiv je možné siláže zkrmovat dříve (po 2-3 týdnech). Pokud ke

zkrmování siláže dojde v době, kdy ještě žijí mléčné bakterie, produkují kyselinu mléčnou a množí se, mohou negativně ovlivnit zastoupení bachorové mikroflóry. Od ukončení fermentace po zkrmování probíhá v siláži stabilní fáze. Skladovatelnost kukuřice je vyšší než skladovatelnost těžce silážovatelných píceň. Kvalitní kukuřičnou siláž je možné skladovat s minimálními ztrátami celoročně (Skládanka, Doležal 2012).

2.3 Fermentace

Fermentace je proces, při kterém v siláži dochází k přeměně sacharidů na kyselinu mléčnou. Rychlost této konzervace předurčuje jak kvalitu, tak množství vyrobené siláže. Jakmile je vojtěška/tráva posečena, okamžitě ztrácí cukry v důsledku pokračujícího dýchání rostlin a aktivity přirozené saprofytní mikroflóry. Méně sacharidů je přeměněno na kyseliny a silážování se stává obtížnější, fermentační proces se zpomaluje. Prodloužená doba aktivity saprofytních bakterií v siláži znamená přímé zvýšení ztráty živin, snížení produkčního potenciálu siláže a zvýšení nákladů na jádrná krmiva (Marley, 2016).

Účinnost silážování se posuzuje podle příslušných oddílů kvasných kyselin: čím větší je podíl kyseliny mléčné ke kyselině máselné, tím je vyšší účinnost silážování. Základním znakem silážní fermentace je okyselení. (Wilkinson, 2005).

Vlastní fermentační proces probíhá s různou mikrobiální intenzitou v závislosti na obsahu a složení sušiny, podílů vodorozpustných sacharidů, délce řezanky, intenzitě dusání, okolní teplotě a také přídavku silážního aditiva (Doležal, 2010). Po naskladnění řezanky, řádném udusání a zakrytí, začne probíhat fermentační proces, který je rozdělen do 4 fází (Weinberg a Muck, 1996; Merry et al., 1997). V jednotlivých fázích kvašení se postupně mění i existenční podmínky pro jednotlivé skupiny mikroorganismů, které se různě přizpůsobují nebo zanikají v důsledku tvorby fermentačních produktů (Doležal, 2010).

Jako první nastává aerobní fáze. V této fázi je kyslík přítomný mezi částicemi řezanky redukován v důsledku respirace rostlinného materiálu a stává se nedostupným aerobním a fakultativně aerobním mikroorganismům (např. plísním a bakteriím). Jak pokračuje rostlinné dýchání, kyslík se postupně spotřebovává a k činnosti se dostává anaerobní mikrobiální populace. Hodnota pH je zpočátku ještě na úrovni čerstvé šťávy z pícnin (6,5-6,0), ale dochází k rychlému snížení. Tato fáze trvá pouze několik hodin a měla by být co nejkratší, aby se potlačila aktivita

aerobních organismů a výrazně snížily ztráty energie a oxilabilních živin (Tyrolová, Výborná, 2010). Tato fáze je provázena hydrolytickým rozkladem vodorozpustných sacharidů a proteolýzou, za současné spotřeby kyslíky a vzniku oxidu uhličitého, vody a tepla. Při mikrobiálním zahřátí na teplotu vyšší jak 30 °C, již dochází k nutričním ztrátám (při teplotě vyšší jak 40 °C dochází k ireverzibilním změnám bílkovin a velkým ztrátám energie). Rozklad vodorozpustných sacharidů probíhá v závislosti na koncentraci kyslíku, složení a enzymatické aktivitě epifytní mikroflóry (ta obsahuje jak aerobní tak fakultativně anaerobní mikroorganismy, které se podílejí na oxidačních procesech), době trvání respirační fáze a okolní teplotě (Doležal, 2010).

Druhá fáze začíná tehdy, když je již v siláži vytvořeno anaerobní prostředí (vytvořena dostatečná koncentrace CO₂) a dále pokračuje během několika dnů až týdnů v závislosti na vlastnostech silážované plodiny, podmínkách při silážování, či aplikaci silážního aditiva. Jestliže fermentace pokračuje úspěšně, bakterie mléčného kvašení převládnu a pH se postupně snižuje až na hodnotu 5,0-3,8 (Tyrolová a Výborná, 2010). Současně dochází také k uvolnění šťávy u silážovaného materiálu s nižším obsahem sušiny a nastává útlum nežádoucí konkurenční mikroflóry s odlišnými životními požadavky. Doležal (2010) ještě doplňuje, že po skončení této fáze se hodnota pH pohybuje okolo 4 – 4,2 podle plodiny a primární proces je ukončen stejně jako bakterie mléčného kvašení, které postupně zanikají.

Tyrolová a Výborná (2013) nazývají třetí fázi fermentaci jako stabilizační. Uvádějí, že počet většiny mikroorganismů z fáze 2 se postupně snižuje, fermentační proces se téměř zastavuje, přesto dochází k inhibici aktivity mikroflóry, pomalejšímu rozkladu hemicelulózy a zbytkových sacharidů. Některé mikroorganismy, které jsou kyselinoresistentní, přežívají i tuto fázi v téměř neaktivním stavu. Ostatní, jako například klostridie a bacily, přežívají jako spory. Pouze některé kyselině odolné proteasy a karbohydrasy a některé specializované mikroorganismy, jako např. *Lactobacillus buchneri*, pokračují v menší míře ve své aktivitě. Celková výše ztrát v této fázi je závislá zejména na dokonalém uzávěru skladu.

Doležal (2010) poukazuje na přebudování obsahu a poměru jednotlivých kvasných kyselin, zejména klesá kyselina mléčná a mění se její poměr ke kyselině octové. Shoduje se s Tyrolovou, že za určitých podmínek mohou přežít kvasinky a plísňe, které mohou významně poškodit kvalitu siláže. Cílem této fáze je zajistit dobrou aerobní a anaerobní stabilitu siláže při odběru. V opačném případě dochází

k silnému zahřívání a hnilobnému a hygienickému znehodnocení ještě nevyzrálé siláže. Odlišná doba zrání je ovlivněna především obsahem a složením sušiny a přidavkem silážních aditiv. Inhibitory prodlužují dobu zrání na 7 až 8 týdnů, inokulanty naopak zkracují na 3 až 5 týdnů.

Cílem poslední fáze je zabezpečit mimo jiné aerobní stabilitu siláží při otevření a zkrmování. Během této fáze může docházet k největším ztrátám sušiny, organických živin a energie, má-li vzduch masivní přístup k siláži. Oxidací rozpustných složek vzniká CO₂, H₂O a teplo. Zahřívání je hlavním doprovodným jevem nízké stability siláže po otevření (Doležal, 2010).

Tyrolová (2010) poukazuje dle Hoinga a Woodfordana to, že aerobní mikroorganismy se vyskytují skoro ve všech silážích, které se otevrou a jsou vystaveny vzduchu. Avšak rychlost kažení je vysoce závislá na počtu a aktivitě nežádoucích organismů v siláži. Ztráty v zasažených místech mohou dosahovat až 1,5-4,5 % sušiny za den. Ztráty v tomto samém rozsahu se v dokonale utěsněném silážním prostoru mohou vyskytnout až během několika měsíců skladování. Doležal (2010) upozorňuje na odkrývání takového množství siláže, který tentýž den odebereme. Zabráníme tak zbytečnému provzdušňování siláže na stěně sila. Je nutné také pamatovat na nezbytné odstranění poškozených vrstev siláže.

2.4 Mikroorganismy v siláži

Vlastní proces silážování je velmi složitý biochemicko – mikrobiální proces, který je poznamenán celou řadou vzájemně se ovlivňujících interakcí (skupiny mikroorganismů, obsah a dostupnost živin, teplota prostředí, typ sila a další). Z vytvořených organických kyselin je nejdůležitější kyselina mléčná, která působí jako silná organická kyselina a tlumí rozvoj jiných mikroorganismů, především bakterií máselného kvašení (klostridií), které vytvářejí kyselinu máselnou a rozkládají bílkoviny. Rozvoj nežádoucích kvasných procesů znemožňuje silný nárůst acidity způsobený vysokým stupněm disociace této kyseliny. (Doležal, 2010).

Silážní mikroflóra hraje klíčovou roli v úspěšném procesu konzervace. Tato flóra může být rozdělena do dvou skupin a to na žádoucí a nežádoucí. Mezi žádoucí patří bakterie mléčného kvašení. Nežádoucí mikroorganismy mohou způsobit anaerobní znehodnocení (Clostridium a Enterobakterie) nebo aerobní kažení (kvasinky, bakterie, listerie a plísně). Mnoho těchto nežádoucích bakterií snižují

nejen hodnotu siláže, ale mají i škodlivý vliv na zdraví zvířat nebo kvalitu mléka (Elfringh, Driehuis).

2.4.1 Bakterie mléčného kvašení

Bakterie mléčného kvašení potřebují pro svůj růst především dostatek pohotových sacharidů. Bezprostředně se využívá především glukóza, fruktóza, sacharóza, melobioza, méně pak arabinóza, skupina fruktanů, např. škrob (Doležal, 2010).

2.4.2 Homofermentativní bakterie

Tyto bakterie vytváří z glukózy kyselinu mléčnou z více jak 85% a jsou přidávány do většiny konzervantů.

Lacobacillus plantarum patří mezi nejčastěji vyskytující se v siláži a silážních aditivech. Studie podle Kemp et al. (1989) uvádí Tyrolová, že zásadní vliv na růst těchto bakterií má pH. Neoptimálnější podmínky pH jsou okolo 5,5-6,5, limitující podmínky jsou 3,4 a 8,8. Z uvedených hodnot vyplývá, že patří mezi „startovací“ bakterie a začíná fungovat již po vytvoření anaerobního prostředí. Během 2 hodin dojde ke zdvojnásobení počtu této bakterie.

Enterococcus faecium je další fakultativně anaerobní bakterie a nevyžaduje pro svůj metabolismus kyslík, ale může přežít v prostředí, kde se nachází. Je to velmi tolerantní bakterie k rozmanitým podmínkám – teplota 10-45°C, pH 4,5-10. Patří tedy opět k bakteriím, které zahajují fermentaci.

Pedicoccus pentosaceus je fakultativně anaerobní bakterie. Její výhodou je tvorba bakteriocinů, které inhibují růst některých jiných bakterií. Schopnost růstu této bakterie je při teplotě 35-40°C a pH 4,5-8.

Pedicoccus acidilactici je fakultativně anaerobní bakterie, která je velmi tolerantní k prostředí. Může růst v širokém rozpětí teploty, pH a osmotickém tlaku. Neoptimálnější hodnoty jsou pH 6,2 a teplota 41°C (Tyrolová, 2010).

Tyto bakterie nedokáží metabolizovat pentózy. Jejich činností dochází při homofermentativním kvašení glukózy nebo fruktózy za vzniku kyseliny mléčné k velmi malým ztrátám sušiny a energie (McDonald et al., 1991).

2.4.3 Heterofermentativní bakterie

Role těchto bakterií je velmi důležitá především v době, kdy se otevře silážní prostor. Vzniká tak prostředí vhodné pro růst kvasinek a plísní. Heterofermentativní bakterie kromě kyseliny mléčné vytvářejí také kyselinu octovou, propionovou a 1,2-propandiol, které zlepšují aerobní stabilitu siláže (Tyrolová, 2010).

Mezi tyto bakterie se řadí *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus buchneria*, *Leuconostoc mesenteroides*. Tyto bakterie tvoří kromě kyseliny mléčné i další metabolity (Wilkinson, 2005). Doležal (2010) uvádí jako další metabolity heterofermentativních bakterií kyselinu máselnou či sirovodík. Tyto metabolity mohou způsobit zápach.

2.4.4 Kvasinky

Kvasinky jsou fakultativně anaerobní, heterofermentativní mikroorganismy. Aktivita kvasinek v siláži je považována za nežádoucí. V anaerobních podmínkách siláže kvasinky kvasí sacharidy na ethanol a CO₂. Tato produkce ethanolu sníží množství cukru, které je potřebné pro mléčné kvašení. Může mít také negativní vliv na chuť mléka (Elfringh, Driehuis).

Podle Doležala (2010) tvorba ethanolu zvyšuje chutnost siláže, avšak na bachorovou mikroflóru má negativní dopad. Z tohoto důvodu jsou siláže s vysokým obsahem alkoholu z dietetického hlediska nevhodné pro zkrmování.

Z hlediska silážování jsou důležité rody *Candida*, *Sacharomyces*, *Torulopsis* nebo *Hansenula*. Kvasinky jsou považovány za hlavní příčinu aerobní nestability siláží. Množství kvasinek v siláži redukuje kyselina octová, propionová, zatímco kyselina mléčná a mravenčí má na jejich inhibici malý vliv.

2.4.5 Enterobakterie

Koliformní bakterie, nebo enterobakterie, jsou zastoupeny *Escherichia coli* a příbuznými rody jako je *Enterobacter*, *Erwinia*, *Rahnella*, *Hafnia* a *Serratia* (Heron et al., 1993). Hlavní metabolickou činností v siláži je konverze glukosy na acetát a ethanol (McDonald et al., 1991). Dle Doležala (2010) způsobují značné ztráty energie ze siláže. Jejich činnost lze omezit především rychlostí okyselování silážovaného materiálu.

2.4.6 Klostridie

Klostridia jsou bakterie máselného kvašení a patří k největším producentům kyseliny máselné a CO₂ v silážích. Jsou rezistentní vůči záření, teplotě, relativně pH, desinfekci, kyslíku, trávícím šťávám. Specifickou vlastností je také tvorba plynů a laktózy. Kyselina máselná v silážích má být zastoupena pouze ve stopách., protože je průvodním znakem hlubokého rozkladu bílkovin (Doležal, 2010).

Rada (2010) uvádí podle Cato et al. (1986), že klostridie jsou sice v siláži považovány za nežádoucí, ale jsou prakticky vždy přítomné, účastní se v různé míře anaerobních pochodů, a proto je nutno je považovat za přirozenou mikroflóru. Protože však jejich extrémní výskyt znamená vadu až znehodnocení siláže a výskyt některých zvláště patogenních druhů (*Clostridium botulinum*) je spíše vzácný. Klostridie jsou téměř univerzálními obyvateli různých anaerobních prostředí, jako je dno stojatých vod, kvašení odpadků na skládkách, zamokřené půdy, trávící trakt zvířat a člověka, chlévská mrva, vyhnívací komory čistíren odpadních vod a také v různé míře siláž. Příčinou širokého rozšíření je široká škála metabolických aktivit klostridií (amylolytická, celulólytická, proteolytická, lipolytická a další) a také fakt, že rod *Clostridium* je rozmanitý, zahrnující mnoho desítek druhů.

V siláži jsou hlavními druhy *Clostridium tyrobutyricum*, *C. butyricum*, *C. sporogenes* a *C. bifermentans* (Driehuis a Elferink, 2000). V siláži se klostridie uplatňují zejména při sekundárním kvašení, když nedojde k rychlé tvorbě kyselin pH (pH > 4,6), kde jako substrát používají kyselinu mléčnou.

2.5 Silážní aditiva

Pro zdárný průběh silážování je třeba udělat vše, aby došlo k co nejrychlejšímu vytvoření vhodných podmínek pro namnožení bakterií mléčného kvašení a tedy i dosažení dostatečně nízkého pH. Na podpoření tohoto procesu je možné použít vhodné konzervanty. Mnohdy se zdají být konzervanty (u lehce silážovatelných píce) zbytečné. Důvodem, proč je vhodné konzervant použít, je rychlejší kvasný proces a uchování více živin (Tyrolová, 2007).

Aditiva jsou prostředky, kterými lze ovlivňovat výsledek fermentace a také její průběh. Aditiva jsou přidávána do silážované píce s cílem příznivě ovlivnit průběh mléčného kvašení, případně zvýšit stabilitu získaných siláží vůči vzduchu či zlepšit krmnou hodnotu siláží (Loučka et al., 1997).

Jak uvádí DOLEŽAL (2010) používání účinných silážní přípravků je nezbytnou technologickou součástí a pojistkou pro zlepšení fermentačního procesu. Mají garantovat lepší kvalitu siláží s menším stupněm rozkladu bílkovin, s příznivějším obsahem a poměrem kvasných kyselin. V případě použití silážních přípravků se očekává větší uchování zbytkových pohotových sacharidů v siláži a také zlepšení hygienického stavu krmiva. Dále mají snížit ztráty vlivem rychlejší acidifikace silážované hmoty a posílit aerobní stabilitu.

Konzervanty se již ve většině podniků staly běžnou součástí technologie výroby siláží. Napomáhají vytvořit kvalitní krmivo a v poslední době také vstupní materiál do bioplynových stanic (Tyrolová, 2009).

Každý druh silážního přípravku má své přednosti, ale i nedostatky. Některá schopnost jednoho druhu přípravku může být pro někoho výhodou, pro jiného nevýhodou (Loučka, 2013).

Velmi důležitým hlediskem je stanovení a dodržení optimální koncentrace aditiva s ohledem k druhu a složení píce a také obsahu sušiny, které může zesílit v určitém rozmezí konzervační efekt (Kulanová, 2001).

Žádný silážní přípravek nemůže nahradit správnou faremní praxi. Použije-li se při silážování vhodný silážní přípravek, většinou dojde k rychlejšímu navození správného fermentačního procesu, který pak probíhá "kultivovaněji", rychleji a s nižšími ztrátami hmoty i energie. Silážní přípravky tak mohou významně zvýšit kvalitu siláže, její aerobní stabilitu, příjem siláže zvířaty a jejich užitkovost. Důležitá je návratnost vynaložených prostředků (Tyrolová, 2013).

2.5.1 Biologická aditiva

Biologické silážní přípravky neboli inokulanty fungují na principu rychlého vytvoření potřebné kyselosti v konzervované hmotě biologickou cestou. Působením bakterií a enzymů, nejlépe za anaerobních podmínek, se vodorozpustné sacharidy mění až na organické kyseliny, především na kyselinu mléčnou a octovou.

Nejčastější složkou biologických aditiv jsou bakterie. Spektrum vybraných druhů kmenů bakterií většinou může zefektivnit konverzi sacharidů na kyselinu mléčnou. Rozdílné kmeny bakterií totiž mohou odlišným způsobem využívat různé typy jednoduchých sacharidů. Proto bývají do bakteriálních aditiv někdy zařazovány různé kmeny jednoho či více druhů bakterií (Kudrna, 1998).

Tyrolová (2013) uvádí mezi základní požadavky inokulantů schopnost produkovat kyselinu mléčnou s nízkými ztrátami, kvalitu použitých kultur mléčného kvašení, dostatečný obsah živých, kolonií tvořících kultur bakterií, návaznost komponentů ve svých účincích, pokud jsou složeny z více kmenů, případně obsahují ještě enzym, stabilitu pro skladování. Je důležité, aby tyto konzervanty udrželi stabilitu siláže při skladování, byly jednoduše dávkovatelné a snadno se s nimi manipulovalo.

V polovině 90. let byl vývoj očkovacích látek zaměřen na homofermentativní druhy bakterií mléčného kvašení a většina inokulantů tehdy obsahovala jeden nebo více kmenů bakterií druhů *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus lactis*, rody *Pediococcus*, *Enterococcus faecium* (Davies, 2010). Doležal (2010) preferuje *Lactobacillus plantarum*, která nejvíce odpovídá kritériím pro silážování. Tato bakterie je pro inokulaci nejvhodnější a je také v aditivech v největší míře zastoupena. Avšak nevýhodou je pomalá produkce kyseliny mléčné při pH 5 a dlouhý generační cyklus. Dalším kmenem bakterií, který ovlivní optimální fermentaci, zabezpečí rychlý pokles pH silážované hmoty, rychlé dosažení aerobní stability a minimalizuje ztráty, je *Enterococcus faecium* a *Lactobacillus acidophilus*. Mezi bakterie homofermentativního kvašení patří také *Lactobacillus casei*, *Pediococcus acidilactici*, *Lactococcus lactis*.

Naproti tomu při heterofermentativním kvašení vzniká vedle kyseliny mléčné řada dalších produktů, jako je kyselina octová, mravenčí aj. Mezi heterofermentativní bakterie patří v současné době velmi často v přípravcích obsažený *Lactobacillus buchneri*. Použití přípravků s touto bakterií (a s podobně účinkujícími *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus brevis*) je vhodné pro zvýšení aerobní stability po otevření silážní jámy. Kyselina octová, která vzniká při tomto druhu kvašení, potlačuje růst specifických druhů kvasinek, které jsou zodpovědné za zahřívání siláže při expozici na vzduchu. Podle některých vědeckých prací zvyšují aerobní stabilitu siláže jak přípravky obsahující pouze *L. buchneri*, tak přípravky obsahující *L. buchneri* v kombinaci s homofermentativními bakteriemi. (Tyrolová, 2007).

Mikrobiální inokulanty obsahují jednu nebo více z těchto bakterií, které byly vybrány pro svou schopnost ovládnout kvašení. Důvod pro použití více organismů pochází z potenciálních synergických akcí (Kung, 2001).

Některé inokulanty obsahují kromě bakterií ještě enzymy, které mají za úkol zpřístupnit bakteriím některé uhlohydráty. Účinnost enzymů je omezena pouze na

určité rozmezí pH siláže, pokud se pro ten který enzym vytvoří nižší pH než optimální, potom je enzym neúčinný.

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

Bakteriální přípravky se používají z důvodu zvýšení počtu žádoucích bakterií, protože počet přírodně se vyskytujících bakterií mléčného kvašení na rostlinách je často velmi nízký. Tyto přípravky snižují ztráty. Ve většině experimentů zvýšily rychlost snižování pH a zvýšily koncentraci kyseliny mléčné v siláži. I když bylo pH siláže mezi neošetřenou a ošetřenou siláží obvykle podobné, tkví nesporný přínos těchto přípravků v rychlejším poklesu pH, a tím pádem v omezení fermentačních ztrát. Největší využití tyto přípravky nacházejí při ošetření víceletých píceň (trávy, vojtěška, jetel a jejich směsi) (Tyrolová, 2007).

Další možností uplatnění biologických aditiv je omezení tvorby a odtok silážních šťáv. Doležal (2010) uvádí podle Jonesa (1992) snížení úniku silážních šťáv až o 12 % při použití biologického aditiva.

Nevýhodou většiny samotných inokulantů je skutečnost, že při nižším obsahu sušiny (26-28%) zpravidla nezabrání v bílkovinných a polobílkovinných silážích rozsáhlé degradaci bílkovin, včetně vysoké tvorby kyseliny máselné, valerové, alkoholu a amoniaku, při současně vysoké hodnotě pH, neboť k usměrnění fermentačního procesu chybí pohotová energie (Doležal, 2010).

2.5.2 Enzymatická aditiva

U řady druhů píce není dostatek zkvasitelných sacharidů v počáteční fázi silážování, která je často rozhodující pro konečný výsledek konzervace. V píci jsou přítomny nezkvasitelné, nebo jen omezeně zkvasitelné polysacharidy. Proto se, vesměs v kombinaci s inokulanty, přidávají do středně a obtížně silážovatelné píce enzymy, které dokážou polysacharidy zčásti štěpit a uvolňují tak potřebné zkvasitelné cukry. Tyto enzymy se vesměs izolují z kulturních plísní. Nejčastěji se

používají amylázy štěpící škrob, celulózy a hemicelulózy. I pro výběr vhodných enzymů platí řada kritérií (Kalač, 2009).

Enzymy jsou specifické bílkoviny, které katalyzují průběh biologických reakcí. Svoji hydrolytickou činností způsobují rozklad složitých látek na jednodušší. Enzymy v silážních přípravcích rozkládají polysacharidy na jednoduché sacharidy, které jsou již pro bakterie dobře přístupné.

Mezi nejvíce užívané patří enzymy s hydrolytickým účinkem jako je celulóza, hemicelulóza. Tyto enzymy štěpí celulózu a hemicelulózu přes různé meziprodukty až na jednoduché cukry. Užívají se především pro silážování středně a obtížně silážovatelných píceň (trávy, vojtěška, jetel, jetelotrávy, vojtěško-trávy).

Mezi enzymy amylolytické patří amyláza (štěpí škrob), která je přidávána do konzervantů určených k ošetření především kukuřice sklizené metodou LKS (v zrna této kukuřice je již velké množství škrobu).

Oxidoredukční enzym glukózaoxidáza (GO) způsobuje přeměnu glukózy na kyselinu glukonovou a peroxid vodíku. Kyselinu glukonovou následně LAB mění na kyselinu mléčnou, etanol, acetát a oxid uhličitý (Tyrolová, 2007).

Pektinázy jsou enzymy rozkládající pektinové látky na látky využitelné bakteriemi mléčného kvašení. Hlavním produktem pektolýzy je kys. glutarová, která je dále heterofermentativně zkvašena a vznikají kyselina octová, máselná, mravenčí, jantarová, vodík a oxid uhličitý.

Lipázy přispívají k rozkladu lipidů a umožní tím bakteriím mléčného kvašení lepší využití látek z pletiv. Jsou to málo účinná aditiva (LOUČKA a kol., 1997).

Kung (2001) uvádí, že enzymové komplexy s mikrobiálními očkovacími látkami obvykle tvoří silážní přísady. Existuje jen velmi málo aditiv skládajících se pouze z enzymů.

2.5.3 Bakteriálně-enzymatická aditiva

Směsné mikrobiálně-enzymatické preparáty jsou technologicky jistější, neboť dávají větší jistotu konzervačního úspěchu při silážování při nižším obsahu sušiny, či obsahu sacharidů, než je nezbytné pro samotné inokulanty. Tato aditiva se podle složení enzymatické složky mohou používat jak při silážování částečně zavadlých bílkovinných pícnin (jeteloviny, trávy), tak silážní kukuřice, či produktů dělené sklizně kukuřice. Určující bude jednak skladba enzymů a jejich specifická aktivita, které garantují uvolnění dostupné energie z rostlinných složek (celulóza,

hemicelulóza, škrob, pektiny, lipidy aj.), které za normálních podmínek nejsou bakteriemi mléčného kvašení využívány (Kulanová, 2001).

Pleyer (2014) doporučuje u těžko silážovatelných plodin použít právě bakteriální přípravky s přídavkem enzymů, které rozkládají vlákninu s vysokou enzymatickou aktivitou. Tak zajistí štěpení složitých polysacharidů na jednodušší frakce, a tím zajišťují dostatek živin pro činnost laktacidogenních bakterií a dostatečnou tvorbu kyseliny mléčné. Mimo jiné zajišťuje zvýšený příjem a vysokou produkční účinnost konzervovaných krmiv.

V ekologickém zemědělství nejsou povoleny určité skupiny silážních aditiv, konkrétně se jedná o soli a většinu kombinovaných přípravků, které se obecně doporučují pro nepříznivé podmínky (špatné počasí, kontaminovaný a přestárlý rostlinný materiál). Silážní aditiva obsahující homofermentativní a heterofermentativní bakterie mohou být používána i na ekologických farmách (Pötche a kol., 2010).

2.5.4 Chemická aditiva

Chemické silážní přípravky neboli konzervanty inhibují fermentaci nebo aerobní degradaci (Loučka, 2013). Tato aditiva potlačují nežádoucí bakterie, kvasinky a plísně, zajišťují aerobní stabilitu siláže. U kukuřice mají chemické přípravky velký význam při silážování vlhkého (mačkaného i šrotovaného) zrna, LKS a CCM, tzn. produktů s vyšším obsahem sušiny. Zde totiž ve velké míře hrozí zaplísnění. A jak je známo, plísně produkují toxiny, jež způsobují velké zdravotní problémy u hospodářských zvířat.

Další velmi důležité uplatnění nacházejí chemické konzervanty při ošetřování horní vrstvy naskladněné silážované hmoty, případně i jejích boků. Rovněž i při přerušení silážování je vhodné poslední vrstvu ošetřit chemickým konzervantem. Chemické přípravky jsou velice vhodné i v případě, že bude siláž zkrmována v teplém letním období, kdy dochází k aerobní nestabilitě (Tyrolová, 2007).

Důležitým důvodem pro použití chemických konzervantů je dle Doležala (2010) nízký obsah sušiny a vysoký obsah dusíkatých látek, jako například vojtěška, jeteloviny, lupina, nebo pokud sklízíme plodinu ve vyšším vegetačním stadiu.

Předností chemických aditiv je i částečná redukce kvasných produktů, snížení tvorby amoniaku a štěpení rostlinných bílkovin, zvyšuje se stravitelnost živin, zvýhodní se konverze živin a uchovávají se zbytkové sacharidy, které jsou zdrojem

pohotové energie v krmné dávce (Doležal, 2010).

Chemické konzervanty mají tu výhodu, že ihned okyselí hmotu a potlačí nežádoucí mikroorganismy. Jsou sice finančně náročnější, ale jejich použití představuje jistotu, že hmota bude dobře a dlouhodobě zakonzervovaná (Tyrolová, 2007).

Organické kyseliny (kyselina mravenčí je nejúčinnější a nejužívanější) a jejich soli (mravenčany a formiáty) působí na okyselení silážované hmoty, ale protože konzervačně účinná je především jejich nedisociovaná forma, je stimulován i vývoj žádoucích homofermentativních bakterií mléčného kvašení. To platí i pro méně účinné kyseliny propionovou a octovou, případně jejich soli. Nevýhodou organických kyselin je jejich silné působení na kov (způsobují korozi). Korozivní vlastnosti jsou nyní v aditivech potlačovány přidávkem různých antikorozivních látek (Kudrna, 1998).

Kyselina mravenčí konzervuje hmotu tím, že ji rychle acidifikuje a tím potlačí nežádoucí skupiny bakterií. Kvasinky a plísně však nepotlačuje. Kyselina mravenčí se užívá především pro silážování objemných krmiv a kyselina propionová na krmiva jadrná (konzervace vlhkého zrna). Dále kyselina propionová zabraňuje rozvoji plísní a kvasinek při vybírání otevřené siláže (Tyrolová, 2009).

Kyselina benzoová a sorbová se vyznačuje také protiplísňovým efektem (Doležal, 2010).

Močovina je nebílkovinnou dusíkatou sloučeninou, kterou lze použít také jako konzervační prostředek při silážování sacharidových krmiv chudých na dusíkaté látky, zejména silážní kukuřice. Močovina sama o sobě reaguje chemicky neutrálně a konzervační účinky mají až produkty CO_2 a NH_3 , vzniklé její enzymatickou hydrolýzou. Stupeň hydrolýzy závisí na vlhkosti silážované hmoty, obsahu sacharidů a na aplikační dávce. Při hydrolýze se uvolňuje amoniak, který se váže se vznikajícími kvasnými kyselinami za vzniku amonných solí těchto kyselin. Ty jsou nejen vhodným zdrojem pro bakterie mléčného kvašení, ale současně působí antifungálně na nežádoucí skupiny mikroorganismů (Doležal, 2010).

Minerální kyseliny (kyselina sírová) i jejich soli silážovanou píci silně okyselují, většinou se po jejich aplikaci potlačí i rozvoj bakterií mléčného kvašení. Píce je vlastně konzervována více chemicky. Pro zvířata pak bývá méně chutná. Do této skupiny lze zařadit i kyselinu fosforečnou, které má silné okyselující účinky, má ale i další kladné vlastnosti, například vysoký obsah fosforu, kterého bývá ve vhodné

formě v krmných dávkách skotu nedostatek.

Minerální kyseliny a jejich soli se jako samostatné aditivum téměř nepoužívají. Občas se vyskytují jako jeden z komponentů vícesložkového chemického aditiva (Kudrna, 1998).

2.6 Silážní přísady

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

Syrovátka je používána jako silážní přísada v tekuté formě nebo jako suchý prášek, podporující mléčné kvašení. Sladká syrovátka v tekutém stavu se používá v množství 20 až 30 l/t silážované hmoty, zejména s vyšším obsahem sušiny. Zároveň slouží jako živné medium pro bakterie mléčného kvašení v mnohých biologických inokulantech. Přídavek sušené syrovátky působí příznivě na kvalitu fermentačního procesu, posiluje mléčné kvašení, zrychluje snižování hodnoty pH, snižuje produkci kyseliny octové, alkoholu a inhibuje tvorbu nežádoucí kyseliny máselné (Doležal, 2010).

Absorbenty mají dle LOUČKY et al. (1997) za úkol zvýšit obsah sušiny silážované hmoty. Jako absorbenty se u nás občas používá řezaná nebo štípaná sláma, obilní šroty, plevy nebo různé odpady vzniklé při čištění obilního zrna. V zahraničí se lze setkat i s jinými, většinou komerčně vyráběnými přípravky. Jsou jimi sušené cukrovarské řízky, většinou melasované nebo obohacené nějakým zdrojem cukru, či louhované slaměné granule. V zásadě platí, že nelze kombinovat stimulatory s inhibitory mléčného kvašení. Biologické a okyselující látky však kombinovat lze, zvláště v nepříznivých podmínkách.

2.7 Dávkování a způsob aplikace aditiv

Druh přidaného aditiva k řezance často výrazně ovlivní průběh a výsledek fermentačního procesu. Vždy však záleží na množství aditiva a způsobu jeho aplikace. V několika pokusech se můžeme přesvědčit, že například dávka jednoho litru chemického konzervantu neměla na fermentaci žádný významný vliv, dávka 3 litry průběh i fermentaci významně ovlivnila v kladném slova smyslu. Dávka 6 litrů

již působila potlačení fermentace. Je známo, že někdy příliš malé množství kyseliny (např. mravenčí), může naopak rozvoj nežádoucích mikroorganismů podpořit, než aby jej inhibovala. Pokud je například koncentrace kyseliny nízká, mohou ji některé mikroorganismy využít jako zdroj „potravy“, a tím naopak kyselost siláže otupit.

Kvalitu inokula ovlivňuje jeho příprava, způsob i doba uchovávání. Bude - li inokulum uchováno na slunci dlouhou dobu, mikroorganismy v něm obsažené mohou svým rychlým rozvojem spotřebovat dostupné startovací sacharidy, které jsou součástí přípravku, a po určité době naopak svoji aktivitu utlumit (Třináctý a kol., 2013).

Dávka aditiva vychází jednak z technologického doporučení výrobce, ale současně je závislé na druhu píce, obsahu sušiny a lehce rozpustných sacharidů. Náklady spojené s přidáním aditiv k silážovaným krmivům lze racionálně regulovat vhodným stupněm zavedení, které umožní buď snížit potřebnou dávku aditiva, nebo u bílkovinných pícnin použít místo cenově dražších bakteriálně-enzymatických aditiv, pouze bakteriální, která jsou zpravidla cenově výrazně levnější.

Pro rovnoměrnou distribuci aditiv se používají různé typy aplikátorů, které jsou vhodným doplňkem sběracích vozů, sběracích řezaček a lisů. Aplikátory umožňují aplikaci přípravků často ve velmi širokém rozmezí (Kulanová, 2001).

Silážní inokulanty jsou zpravidla dodávány jako lyofilizovaný prášek s obsahem bakterií 10^{10} - 10^{11} bakterií na 1 gram výrobku. Aplikují se ve formě vodného roztoku do rostlinné řezanky. V případě zpracování kukuřice dochází k aplikaci na čerstvou rostlinnou hmotu již během řezání. U travních porostů a vojtěšky se inokulant přidává až při sběru materiálu, to znamená po zavedení hmoty. Konečná aplikační dávka je většinou 10^5 - 10^6 na 1 gram silážované hmoty. Přípravky některých výrobců obsahují stejné druhy bakterií, rozdíl je pouze v aplikační dávce, která bývá pro vojtěšku a traviny 3x vyšší než pro kukuřičnou siláž. V některých silážních inokulantech jsou kromě bakterií obsaženy také enzymy, pak je využití určeno právě podle druhu použitého enzymu. Vodný roztok doporučují výrobci připravit těsně před použitím a spotřebovat do 6 hodin. V nutném případě je možné roztok uchovávat po dobu 24 hodin při teplotě do 10 °C. V originálních neotevřených obalech je možné inokulanty skladovat obvykle 9 - 18 měsíců při 4-8 °C, doba trvanlivosti se prodlužuje při -20°C na 12-24 měsíců v závislosti na výrobku (Rada, Vlková, 2010).

2.8 Hodnocení účinků silážních přípravků

Na trhu se objevuje neustále větší počet silážních přípravků různého složení s rozdílným účinkem pro různé oblasti použití a různé druhy krmiv. Za provozu je velmi těžké přesně zjistit silážními přípravky podmíněné zlepšení průběhu kvašení, snížení ztrát nebo stabilitu skladování, protože chybí srovnání k neošetřené kontrole. Objektivní důkaz efektů silážní přípravků je možný pouze v exaktně provedených pokusech. Četné rozdíly v silážních plodinách a podmínkách pro silážování se odrážejí v různých přístupech ke schvalování aditiv. V rámci EU byla v minulosti učiněna řada pokusů o zavedení legislativních opatření, která by umožňovala kontrolu prodeje a používání silážních aditiv. Přes mnoho potíží a neshod byl nakonec vytvořen společný evropský rámec pro registraci aditiv, který je založen prakticky pouze na schvalování aktivních složek aditiv.

U nás je hojně využíván německý systém hodnocení označovaný DLG (Deutsche Landwirtschaftliche Gesellschaft). Výrobce či prodejce musí schvalovací komisi předložit výsledky pěti různých experimentálních zkoušek provedených ve výzkumném ústavu. Aditiva jsou pak hodnocena pěti stupni podle tzv. deklarovaných účinků (WR).

Tabulka č. 1 Deklarované účinky (WR), na které může být aditivum úspěšně testováno (Třináctý a kol, 2013)

WR 1:	Zlepšení fermentace
WR 1a	Obtížně silážovatelná krmiva
WR 1b	Středně nebo snadno silážovatelná krmiva s nízkým obsahem DM
WR 1c	Středně nebo snadno silážovatelná krmiva s vysokým obsahem DM
WR 1d	Speciální plodiny nebo krmiva
WR 2:	Zlepšení aerobní stability
WR 3:	Snížení produkce silážních tekutin
WR 4:	Zlepšení krmné hodnoty a produkce zvířat
A	Zlepšení příjmu potravy
B	Zlepšení stravitelnosti
C_{Mast}	Zlepšení přibývání na hmotnosti (skot)
C_{Milch}	Zlepšení produkce mléka (mléčný skot)
WR 5:	Další účinky
A	Zabránění šíření klostridií v krmivu

Například ve Velké Británii se uděluje značka kvality „Approved Forage Additive“ ve třech stupních. Stupně kvality se udělují za ovlivnění silážního procesu, krmné hodnoty a zvyšování produkce mléka a přírůstků živé hmotnosti.

Hodnocení aditiv na základě jejich kvality a schvalovací schéma pro udělování značky kvality aditiv v ČR sice bylo (zajišťovalo to ÚKZÚZ), ale v současné době neexistuje a ani se nepřipravuje. Využívají se informace ze zahraničí, především z německého systému DLG, který je u nás v praxi nejvíce uznávaný (Třináctý a kol., 2013).

2.9 Vliv silážních aditiv na kvalitu siláží

Silážní aditiva mají schopnost zvýšit nutriční hodnotu výsledného krmiva, zkvalitnit fermentační proces za současné minimalizace ztrát hmoty i živin během konzervace. Na kvalitě konzervovaného krmiva závisí také zdraví a dlouhověkost hospodářských zvířat (Lád, 2006). Při používání silážních aditiv, musí být v zájmu uživatele dosáhnout dobrého účinku, což předpokládá mimo jiné také rovnoměrnou distribuci aditiva v krmivu (Kulanová, 2001).

Biologická aditiva zvyšují energetickou hodnotu siláží až o cca 5 % a podle anglických a německých prací vedou ke snížení obsahu vlákniny až o cca 6 % a tím také zvyšují krmnou hodnotu siláží. Kromě sníženého obsahu vlákniny je konstatován také zvýšený obsah fermentovatelného substrátu. Je popisována vyšší stravitelnost organické hmoty, lepší mikrobiální syntéza proteinu a zvýšení krmné hodnoty (Doležal, 2010).

Například použití heterofermentativních bakterií významně zvyšuje obsah kyseliny octové, siláže jsou pak zařazeny do horší třídy. Pro potlačení aerobní nestability je siláž se zvýšeným obsahem kyseliny octové lepší, i když je zařazena do horší třídy. Heterofermentativní bakterie však na druhé straně zvyšují fermentační ztráty siláží, které normy nehodnotí. Tyto ztráty snižují využití sušiny, vyrobí se méně krmiva a tím se zvyšují náklady na jednotku krmiva, respektive na tunu vyrobené sušiny (Třináctý a kol., 2013).

Chemické konzervanty ihned okyselí silážovaný materiál a potlačují růst plísní a bakterií. (Tyrolová, 2010). Některé chemické konzervanty mohou způsobit, že siláže mají vyšší pH a nižší obsah kyseliny mléčné, kromě toho mohou obsahovat čpavek, který jakožto konečný produkt degradace proteinu opticky zhoršuje stupeň proteolýzy. Tudíž jsou pak siláže zařazeny do horší třídy. Kyselina propionová

například má fungicidní účinek, potlačuje plísně, které se rychle množí při vyšší sušíně řezanky. V některých chemických přípravcích jsou obsaženy dusitany, ty fungují jako pojistka na dusitanové minimum, ale hlavně jako inhibitor bakterií, především klostridií (Třináctý a kol., 2013).

Lád (2006) konstatuje, že aditiva mají pozitivní vliv na fermentační proces a tím i na celkovou stabilitu siláží. Zlepšující trendy kvality siláží při použití aditiv jsou výraznější u krmiv bílkovinných ve srovnání s kukuřičnými silážemi.

Z výsledků Rady a Vlkové (2010) vyplývá, že použití komerčních přípravků s obsahem bakterií mléčného kvašení významně napomáhá k dostatečnému prokvašení, jinak těžko silážovatelné, vojtěškové řezanky na hodnoty pH, které zajišťují kvalitní konzervaci rostlinné hmoty. Ovšem ne všechny silážní inokulanty obsahují bakterie v deklarovaném množství a kvalitě.

Výsledky silážních experimentů provedených v AREC Raumberg-Gumpenstein ukázaly, že za optimálních podmínek lze dosáhnout úspěšného fermentačního procesu a vyrobit siláž o vysoké kvalitě bez použití silážních aditiv. Další terénní studie také ukazují, že farmáři často nevhodně používají silážní aditiva a někdy jsou přesvědčeni, že použití silážních aditiv může kompenzovat chyby v managementu.

V rakouském projektu nebyl zjištěn žádný průkazný vliv silážních aditiv na koncentraci energie, ale byl zjištěn signifikantní vliv na obsah produktů fermentace. Siláže ošetřené bakteriálními aditivami měly vyšší obsah kyseliny mléčné (+ 6,2 g/kg sušiny) a průkazně nižší obsah kyseliny máselné (Pötschet.al 2010).

Z údajů obsažených v Tabulce 2 vyplývá, že použití aditivních látek při silážování píce má významný vliv na kvalitu krmiva a tím i na zlepšení zdravotního stavu krav. Použití konzervantů dle pokusu zaznamenalo pokles zmíněných onemocnění (Mikolajczak, 2006).

Tabulka č. 2 Ukazatele plodnosti skotu a metabolické choroby (%) (Mikolajczak, 2010)

Porucha	Bez přídatku	Přídatky mikrobiologické	Přídatky chemické
Ketóza	28	19	20
Mastitida	31	28	25
Zadržení lůžka	7	3	3
Levá dislokace slezu	4	1	1

Při správné strategii aplikace silážního aditiva se musí respektovat rovněž chemické složení silážované biomasy, resp. obsah lehce rozpustných sacharidů a také obsah sušiny. Za těchto předpokladů může správně aplikované aditivum udělat z jinak dobrých siláží ještě lepší, popřípadě více stabilnější, ale nemůžeme od nich očekávat žádný zlepšující efekt u siláží z píce přestárlé, znečistěné, vymoklé, nebo jinak kontaminované. Výsledky naznačují, že i v praktických podmínkách lze nejen ze silážní kukuřice, ale i z velmi těžce silážovatelné píce jakou je vojtěška, nebo jetel, připravit s použitím účinného aditiva a za předpokladu dodržení základních technologických požadavků, vysoce kvalitní siláže, s vysokou nutriční a dietetickou hodnotou. Jak je patrné, silážní biologická aditiva mají své opodstatnění při silážování nejen lehce, ale i těžce, popř. obtížně silážovatelných pícnin, pokud se účinným zavadnutím zvýší jejich obsah sušiny na 28 až 35 %. Ukazuje se, že zlepšování silážně-technické úrovně v řadě podniků a zejména neustálý vývoj a nabídka nových silážních přísad, bude mít trend širšího uplatnění v praxi. (Doležal et al. 2001).

2.10 Hodnocení kvality siláže

K hodnocení krmiva z hlediska jeho kvality lze přistupovat z různých hledisek, může se přihlížet nejen k obsahu stravitelných organických živin, minerálních látek, vody a biologicky účinných látek, ale i k chutnosti, plnivosti, nezávadnosti či jiným vlastnostem (Míka, 1997).

Zcela jistě nejlepším znakem kvalitní siláže je následná efektivní produkce mléka a dobré přírůstky živé váhy krmených zvířat. Protože však produkční užitkovost hospodářských zvířat je výsledkem mnoha dalších faktorů, je třeba kvalitu siláže hodnotit pomocí buď organoleptických, nebo lépe s použitím rutinních laboratorních testů (Wilkinson, 2005).

Pötch a kol. (2010) dodávají, že kvalita siláže je charakterizována především živinovou hodnotou, parametry fermentace a senzoryckými vlastnostmi, které mohou poskytnout další informace o hygienických vlastnostech a příjmu zvířaty. Protože je užitkovost hospodářských zvířat výsledkem mnoha dalších faktorů (a nekrmí se jen samotná siláž), je kvalita siláže hodnocena jako souhrn objektivních a subjektivních ukazatelů, které by měly příjem krmiva a užitkovost zvířat predikovat (Třináctý a kol., 2013). Mezi hlavní faktory, které ovlivňují kvalitu konzervovaných krmiv

silážováním patří také stádium zralosti porostu v době sklizně.

Pro hodnocení fermentačního procesu v ČR lze použít normy ČSN z let 1978, 1998 a nově tzv. Normu 2004, případně slovenskou normu. Hodnocení siláží podle Normy 2004 vychází z obsahu sušiny, vybraných živin (vlákniny a dusíkatých látek) a výsledku fermentačního procesu (smyslové posouzení, stupeň proteolýzy a obsahu kyseliny máselné) (Třináctý a kol., 2013).

Podle Wilkinson (2005) mezi doporučené laboratorní analýzy patří stanovení sušiny, kde platí, že nižší obsah vede častěji k sekundárnímu kvašení, zatímco příliš vysoký obsah sušiny bývá spojován s náchylností k plesnivění. Obsah sušiny není ukazatelem kvality krmiva, ale důležitým faktorem, který kvalitu siláží ovlivňuje. Indikuje vegetační zralost, stravitelnost, objemovou hmotnost, průběh a výsledek kvasného procesu, i následnou aerobní degradovatelnost siláže. Obsah sušiny má také těsný vztah k pH, které je jedním z prvních kritérií hodnocení fermentačního procesu. Důvodem pro zavedení sušiny do hodnocení kvality u siláží je současný stav v technologii krmení. Velkou měrou se zavedly krmné míchačí vozy se systémem krmení TMR, který vyžaduje optimální sušinu cca 35 % a aby se výsledná sušina pohybovala u dojnic na úrovni 40 až 50 % (Třináctý a kol., 2013).

Další analýzou pak je stanovení pH. Dobře fermentovaná siláž má pH okolo 4. Obecně u dobře konzervované siláže platí, že čím vyšší sušina, tím vyšší pH.

Stanovením kyselin a alkoholu se určí obsah laktátu, vysoký obsah etanolu má za následek horší aerobní stabilitu (Wilkinson, 2005).

Nezbytnou součástí hodnocení kvality siláží je obsah vlákniny, který napovídá o stravitelnosti organické hmoty a o celkovém příjmu krmiva. V novele normy se počítá s doplněním hodnocení vlákniny o kvalitativně nové parametry a to NDF a ADF (Třináctý a kol., 2013).

Energetickou hodnotu vyjadřujeme jako metabolizovatelnou energii (ME). Obecně jsou hodnoty ME siláže nižší než u obilovin, ale vyšší než u čerstvé píce a sena.

Ke stanovení proteinů používáme hrubý protein a dále různé formy stravitelného dusíku (Wilkinson, 2005). 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 (Třináctý a kol., 2013).

Tabulka č. 4 Normativní hodnoty sušiny vlákniny a dusíkatých látek - zkrácené (Třináctý a kol., 2013)

Parametr	Sušina g/kg		Vlák. g/kg	NL g/kg
	Sušina min.	Sušina max.	Vlák. Max	NL min.
Travní	280	450	270	140
Jetelotravní	300	450	250	160
Jetelová	320	450	240	190
Vojtěšková	330	450	225	190
Kukuřičná	300	350	200	90

Kvalitu lze posuzovat dle organoleptických hodnocení a tím je subjektivní stanovení barvy, textury, vůně a chuti. Z dalších postupů je navrhován potencionální příjem siláže (když je siláž použita jako jediné krmivo).

Z pohledu na konzervační proces by kvalitní siláže měly mít příjemnou nakyslou vůni (aromatickou, kořeněnou), neměly by být ani náznakem cítit kyselinou máselnou, octovou nebo cizími pachy (stáj, zatuchlina). Podzimní siláže mohou mít trochu jinou charakteristiku, protože kvašení nebývá tak intenzivní. Obecně mají nižší skladovací stabilitu.

Na intenzitu mikrobiálního rozkladu částí rostlin lze usuzovat podle struktury, Jsou - li části rostlin jen na řezné ploše lehce napadeny, nebo listy zjevně mazlavé, lze to ještě tolerovat. Pokud jsou silně napadeny i stonky a siláž je shnilá, pak takovou siláž nezkrmujeme zvířatům.

Tabulka č. 4 Optimální hodnoty ukazatelů kvality siláže (Wilkinson, 2005)

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

Tabulka č. 5 Průměrné hodnoty vybraných fermentačních charakteristik u travních siláží (Lád, 2006)

	Kontrola	Aditivum bakteriální	Bakteriální a enzymatické
Sušina g.kg ⁻¹	395	398	296
Kys. mléčná g.kg ⁻¹ suš.	35,53	58,57	74,07
Kys. octová g.kg ⁻¹ suš.	13,44	16,88	17,91
pH	4,74	4,25	4,29
Stupeň proteolýzy %	10,23	6,8	7,3

Dle výzkumu byl zjištěn průkazný rozdíl u obsahu kyseliny mléčné mezi kontrolní skupinou a skupinou s bakteriálním aditivem a bakteriálně-enzymatickým. V hodnotách pH a stupni proteolýzy byly zjištěny průkazné rozdíly mezi kontrolní skupinou a skupinou s požitými aditivy. U siláží s bakteriálně enzymatickým doplňkem byla zjištěna vyšší hodnota kyseliny mléčné. Inokulace siláží tak opravdu zkvalitňuje fermentační proces, redukuje ztráty během konzervace a zlepšuje krmnou hodnotu. (Lád, 2006).

Při hodnocení v praxi je třeba vycházet hlavně z toho, jaký druh siláže máme před sebou, zda jde o lehce silážovatelnou kukuřici nebo ostatní plodiny, které dále můžeme posuzovat podle toho, zda jde o trávy, jeteloviny nebo jejich směsky

(Třináctý a kol., 2013).

V současné době nestačí jen vyrobit potřebné množství požadovaných krmiv, ale je také nutné k vyrobenému množství zajistit i vysokou kvalitu siláží. Aby se posoudila a vyhodnotila celková kvalita krmné dávky, je zapotřebí zajistit objektivní zhodnocení objemných krmiv (Doležal, 2010).

3. Závěr

Výrobě krmiva je nutno věnovat velkou péči, neboť se největší mírou podílí na zdravotním stavu zvířat. Rozhodnutí, zda použít silážní přípravky, závisí na mnoha faktorech. V prvním případě je to druh plodiny, stadium zralosti, dále sušina silážované hmoty a v neposlední řadě je to počasí během silážování. Při použití konzervantů je třeba dodržet předepsanou dávku a s přípravkem manipulovat podle rad výrobce. Výběrem správného přípravku můžeme zajistit vysokou kvalitu siláže.

Pro složité podmínky silážování například plodin s nízkým obsahem lehce degradovatelných sacharidů a s vysokým obsahem dusíkatých látek, jako je vojtěška a jetel, použijeme například přípravek obsahující enzymy pro rozklad vlákniny pro zajištění štěpení polysacharidů a zpřístupnění živin pro bakterie mléčného kvašení. Při silážování plodin se středním obsahem sušiny využijeme inokulanty obsahující bakterie mléčného kvašení, abychom zajistili dostatečně rychlý pokles pH silážované píce.

Pro řízení fermentačního procesu lze použít inokulanty obsahující kombinace homofermentativních a heterofermentativních bakterií. Tím můžeme omezit vznik kvasinek a plísní. Na ochranu siláže před rozvojem nežádoucích mikroorganismů můžeme použít chemická aditiva.

Pokud sklízíme hmotu při optimální sušině, je rozhodně nejvhodnější volbou biologický inokulant. Pro silážování jetelovin je vhodný biologicko-enzymatický přípravek, jelikož jeteloviny obsahují nízkou hladinu sacharidů. Enzymy obsažené v těchto přípravcích uvolňují sacharidy, a tím dochází k rychlé fermentaci hmoty a inhibici nežádoucích bakterií. Pro konzervaci travních porostů postačuje biologický silážní inokulant, protože trávy obsahují dostatečnou hladinu sacharidů pro bakterie mléčného kvašení. Dostatečné množství kyseliny mléčné při silážování kukuřice a správný průběh fermentace pomůže zajistit bakteriálně – enzymatický přípravek.

Správnou technologií výroby objemných krmiv, především siláží, zajistíme kvalitní, plnohodnotné krmivo, které nesmí být zdravotně závadné. Čím je siláž kvalitnější, tím jsou náklady na jadrná krmiva menší a tím vyšší je užitkovost zvířat. Siláž představuje 50 - 90 % sušiny v krmných dávkách skotu, a proto jejich kvalita ovlivňuje užitkovost, zdravotní stav, zvířat, reprodukci a také ekonomiku chovu. Při výběru správného silážního přípravku můžeme zajistit stabilitu siláže, její zdravotní nezávadnost a zachování potřebných živin.

4. Použitá literatura

1. **Anonym 1:** SILAGE MAKING FOR SMALL SCALE FARMERS.
http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/Pnadq897.pdf
2. **Davies, D. R.** (2010): Silážní inokulanty - Co bude dál?. Mendlova univerzita v Brně: 14 - 23.
3. **Doležal, P.** (2010): Konzervace, skladování a úpravy objemných krmiv. 2., přeprac. vyd. V Brně: Mendelova univerzita, 248 s.
4. **Doležal, P.** (2012): Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat. Olomouc: Petr Baštan, 307 s.
5. **Foltánová, B.** (2016): Sill - All 2016 nově od Mikropu, Náš chov 2016, č. 2: 33.
6. **Hučko, B.** (2009): Konzervace.
<http://www.unium.cz/materialy/czu/fappz/konzervace-m14065-p1.html>
7. **Chiba S., Chiba H., Yagi M.** (2005): A Guide for Silage Making and Utilization in the Tropical Regions. Japan Livestock Technology Association
http://jlta.lin.gr.jp/report/detail_oversea_pdf/kaigai_m039.pdf
8. **Jurek, P.** (2001): Dokonalé zakrytí siláže.
<http://uroda.cz/dokonale-zakryti-silaze/>
9. **Kalač, P.** (2009): Inokulanty v procesu silážování.
<http://zemedelec.cz/inokulanty-v-procesu-silazovani/>
10. **Kudrna, V.** (1998): Produkce krmiv a výživa skotu. Praha: Agrospoj, 361 s.
11. **Kulanová, E.** (2001): Problematika kvality siláží a silážních aditiv
<http://uroda.cz/problematika-kvality-silazi-a-silaznich-aditiv/>
12. **Kung, L.** (2001): Silage fermentation & additives.
[http://www1.foragebeef.ca/\\$Foragebeef/frgebeef.nsf/all/frg69/\\$FILE/silagefermentationadditives.pdf](http://www1.foragebeef.ca/$Foragebeef/frgebeef.nsf/all/frg69/$FILE/silagefermentationadditives.pdf)
13. **Lád, F.** (2006): Vliv vybraných ukazatelů na kvalitu silážovaných krmiv. JČU v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 100 s.
14. **Loučka, R.** (2013) : Přehled potřeb pro proces silážování.
<http://zemedelec.cz/prehled-potreb-pro-proces-silazovani-2/>
15. **Loučka, R., Macháčová, E., Tyrolová, Y.** (2002): Metody konzervace píce pro ekologické zemědělství. ÚZPI Praha, 16 s.

16. **Loučka, R., Tyrolová, Y.** (2013): Správná praxe při silážování kukuřice.
http://www.vuzv.cz/sites/File/nabidka_publicace/qi91a240_certifikovana_metodika_loucka_2013.pdf
17. **Loučka, R., Žalmanová V., Vachačová E.** (1997): Aditiva používaná k silážování. ÚZPI, Praha, 50 s.
18. **Marely, G.** (2016): Jak enzymy ovlivňují siláž. *Náš chov* 2016, č. 3, str. 62, ProffiPress.
19. **Mašek, J., Novák, P.** (2011): Technologie sklizně a konzervace krmiv.
<http://zemedelec.cz/technologie-sklizne-a-konzervace-krmiv/>
20. **McDonald, P., Henderson, A. R., Heron, S. J. E.** (1991): The biochemistry of silage. John Wiley and Sons. Chalcombe Publications, 540 p.
21. **Mikolajczak, J.** (2006): Konzervace zelené píce při použití ekologických přísadků na území Polska. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, str. 104 - 105
22. **Míka, V., Harazim, J., Kalač, P., Kohoutek, A., Komárek, P., Pavlu, V., Pozdíšek, J.** (1997): Kvalita píce. Ústav zemědělských a potravinářských informací Praha, 227 s.
23. **Mikyska, F.** (2016): Extrémní počasí v roce 2015 a kvalita siláží z objemných krmiv. *Náš chov* 2016, č. 3., str. 64 - 69, ProffiPress.
24. **Mitrik, T.** (2016): Kukurica jako zdroj energie. *Farmář* 2016, č. 2., str. 38 - 40, ProffiPress
25. **Pleyer, P.** (2016): Kvalitní objemná krmiva – příklad efektivy chovu skotu. *Náš chov* 2016, č. 2, str. 49 – 51, ProffiPress
26. **Pösch, E. M., Resch, R., Buchgraber, R.** (2010): Konzervace píce v horských oblastech – Výsledky rakouského projektu monitorování siláží. Mendlova univerzita v Brně, str. 3 - 13
27. **Pozdíšek, J.** (2008): Metodická příručka pro chovatele k výrobě konzervovaných krmiv (siláží) z víceletých pícnin a trvalých travních porostů. Karto tisk, s.r.o. Šumperk: VÚCHS Rápotín, 38 s.
28. **Rada, V.** (2009): Siláž a zdraví zvířat.
<http://www.vuzv.cz/sites/SilazRada.pdf>
29. **Skládanka, J., Doležal, P., Vyskočil, I.** (2011): Konzervace objemných krmiv.
http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/picvk/index.php?N=10&I=1

30. **Stefanie J. W. H. Oude Elferink, Frank Driehuis1 , Jan C. Gottschal , and Sierk F. Spoelstra:** Silage fermentation processes and their manipulation.
<http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPC/gp/SILAGE/PDF/Paper2.pdf>
31. **Třináctý, J. a kolektiv** (2013): Hodnocení krmiv pro dojnice. Vyd. 1. Pohořelice: AgroDigest, 590 s.
32. **Tyrolová, Y., Výborná** (2010): Konzervanty v silážích.
http://www.vuzv.cz/sites/File/nabidka_publicace/cm_tyrolova_2010.pdf
33. **Tyrolová, Y.** (2009): Silážování lupiny bílé, VÚŽV, Praha Uhřetěves, 28 s.
34. **Tyrolová, Y.** (2007): Přípravky používané při silážování.
<http://zemedelec.cz/pripravky-pouzivane-pri-silazovani/>
35. **Tyrolová, Y.** (2009): Přehled konzervantů do siláží a krmných směsí v roce 2009. Krmivářství, 2009, roč. 13, č. 2, s. 11 - 12.
36. **Wilkinson, J. M.** (2005): Silage. Chalcombe Publications, UK, 254 p.