

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4103 Zootechnika

Studijní obor: Zootechnika

Katedra: Zootechnických věd

Vedoucí katedry: doc. Ing. Miroslav Maršálek, CSc.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Konzervace kukuřice silážováním

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

Autor bakalářské práce
Martin Kšanda

České Budějovice 2016

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta zemědělská
Akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martin KŠANDA**
Osobní číslo: **Z12117**
Studijní program: **B4103 Zootechnika**
Studijní obor: **Zootechnika**
Název tématu: **Konzervace kukuřice silážováním**
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 :

Kukuřice má vysoký potenciál výnosu živin i jejich stravitelnosti. Z konzervovaných krmiv má kukuřičná siláž největší uplatnění. Efektivnost využití konzervovaných krmiv silážováním závisí na úspěšném zvládnutí zvoleného technologického postupu, včetně stránky ekonomické. Konzervací píce silážováním získáváme kvalitní produkt pro výživu hospodářských zvířat i zdroj biomasy pro bioplynové stanice. Pro dosažení vysoké kvality silážovaných krmiv je důležité dodržování správného výrobního postupu. Cílem bakalářské práce je zpracování literární studie zahrnující aktuální informace o silážování kukuřice.

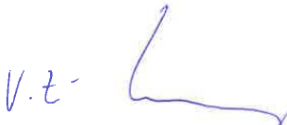
Literární přehled zaměřte především na základní cíle konzervace krmiv silážováním, na vlastní proces silážování se zaměřením na biologicko-mikrobiální proces, technologii silážování, využití a posouzení kukuřičných hybridů a na možnosti využití silážních aditiv. Na základě literárního přehledu vyhodnotte nejdůležitější faktory, vedoucí k zajištění vysoké jakosti kukuřičné siláže.

Rozsah grafických prací: **dle požadavků vedoucího práce**
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.
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
Lád, F. 2006. Vliv vybraných ukazatelů na kvalitu silážovaných krmiv. JU ZF v Českých Budějovicích, 100 s.
Loučka, R., Tyrolová Y. Správná praxe při silážování kukuřice. VÚŽV Praha Uhřetěves, 2013. 38 s.
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: **2. září 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 1868, 370 05 České Budějovice


doc. Ing. Miroslav Maršálek, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 2. září 2015

Prohlášení

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské 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 touto 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.

V Českých Budějovicích dne 30.11.2015

Podpis autora

Poděkování:

Děkuji **doc. Ing. Františku Ládovi, CSc.**, vedoucímu bakalářské práce, za cenné rady a odborné vedení, které mi poskytl při vypracování této bakalářské práce.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá využitím kukuřice seté (*Zea mays*) na výboru siláží, které mají vysoký potenciál a jsou nenahraditelnou složkou ve výživě skotu. Úvodní část práce se zaměřuje na původ, charakteristiku a popis jednotlivých částí rostliny. Na tuto kapitolu volně navazuje zmínka o možnostech a využití silážních hybridů kukuřice. Další část patří již samotné konzervaci a procesu fermentace. V práci jsou dále uvedeny mikroorganismy, které pozitivně, ale i negativně ovlivňují celý proces. Velmi zajímavou částí je pojednání o silážních aditivech a přísadách. Závěr patří stavbám, které se při silážování využívají.

Jednou z nejdůležitějších částí je technologický popis vlastního postupu silážování, který je obohacen o metody sklizně a faktory, které mají velký význam na výsledný produkt, tedy na kvalitní a energeticky velmi bohaté krmivo, kterým kukuřičná siláž bezpochyby je.

Klíčová slova: Kukuřice, konzervace, mikroorganismy, siláž

Abstract

This bachelor thesis deals with using of maize for production of silage that has a high potential and that are an irreplaceable part of a cattle nutrition. The introductory part focuses on the origin, characteristics and description of individual parts of plants. This chapter is followed by a mention of the possibilities and use of silage hybrids of maize. Following chapter describes the procedure of conservation and fermentation. The thesis also mentions microorganisms that have a positive as well as negative influence on the whole procedure. An interesting chapter is an introduction of silage additives. The conclusion is about constructions that are used for silage.

One of the most important parts of a thesis is a technological description of the procedure of silage, together with harvest methods and factors, which are of great importance for a final product- a good quality and energy- rich feed, that a corn silage undoubtedly is.

Key words: Maize, conservation, microorganisms, silage.

Obsah

1. ÚVOD A CÍL PRÁCE.....	10
2. Kukuřice setá (<i>Zea mays</i> L.)	11
2.1 Charakteristika rostliny.....	12
2.2 Popis rostliny	13
2.2.1 Kořenová soustava	13
2.2.2 Stéblo.....	13
2.2.3 Listy.....	14
2.2.4 Květenství	14
2.2.5 Plod.....	14
3. Volba hybridů, pojmy	15
3.1 Typy hybridů.....	15
4. Konzervace	16
4.1 Silážování.....	16
4.2 Silážovatelnost.....	17
4.3 Proces silážování.....	17
5. Silážní mikroorganismy.....	18
5.1 Bakterie mléčného kvašení.....	18
5.2 Bakterie nežádoucí a škodlivé	19
5.2.1 Enterobakterie.....	19
5.2.2 Bakterie octového kvašení	20
5.2.3 Kvasinky	20
5.2.4 Hnilobné bakterie	20
5.2.5 Plísně	20
5.2.6 Klostridia.....	21
5.2.7 <i>Listeria monocytogenes</i>	21
6. Silážní aditiva	22
6.1 Rozdělení aditiv	22
6.1.1 Biologická aditiva neboli inokulanty.....	22
6.1.2 Enzymatická aditiva	23
6.1.3 Chemická aditiva	24
6.1.4 Silážní přísady	25

7. Aerobní stabilita	26
8. Metody dělené sklizně kukuřice	27
8.1 LKS	28
8.2 CCM	29
8.3 Hlavní přednosti dělené sklizně kukuřice metodami LKS a CCM	29
8.4 Metoda HMGC.....	29
9. Faktory ovlivňující průběh silážování	29
9.1 Termín sklizně silážní kukuřice	29
9.2. Délka a kvalita řezanky	31
9.3 Plnění sil.....	32
9.4 Dusání siláže	33
9.5 Zakrývání siláží.....	34
9.6 Skladování siláže	35
9.7 Vybírání siláží.....	36
10. Sklady pro silážovaná krmiva.....	36
10.1 Stabilní silážní stavby.....	36
10.2 Horizontální silážní stavby	37
10.3 Věžová sila	37
10.4 Dočasné silážní prostory.....	37
10.5 Jímky na silážní tekutiny	38
11. Závěr	39
12. Seznam použité literatury	40
13. Přílohy.....	43

1. ÚVOD A CÍL PRÁCE

Vysoká kvalita siláží je klíčovým faktorem pro dosažení vysoké užitkovosti zvířat při současně ekonomicky únosných nákladech na produkci a pro zdraví zvířat. Vzhledem ke skutečnosti, že většinu sušiny krmných dávek skotu tvoří siláže, má zvýšení jejich krmné hodnoty, včetně zlepšení kvality kvasného procesu a dietetické hodnoty, klíčový význam.

Kvalitní glycidové siláže s dostatečnou koncentrací energie nahrazují a šetří nákladově dražší jaderná krmiva. Výroba kvalitních kukuřičných siláží musí být předmětem zvýšeného zájmu každého zemědělského podniku, či farmáře a to nejen z ekonomického hlediska, ale i z nutričně-dietetického pohledu. Přesto se však v praxi ukazuje, že kvalitě objemných krmiv, tedy i kvalitě siláží, se v řadě zemědělských podniků nevěnuje patřičná pozornost, resp. se význam kvality siláží podceňuje.

Cílem bakalářské práce je zpracování literární rešerše, která se zaměřuje především na základní cíle konzervace kukuřice silážováním, na vlastní proces silážování, fermentační procesy, využití silážních hybridů a silážních aditiv, způsoby sklizně a uskladnění silážní hmoty.

2. Kukuřice setá (*Zea mays L.*)

Kukuřice je známá jako užitková plodina již více jak 5 000 let, kdy ve střední Americe byla domestikována. Její využívání sběrem je ale podstatně starší, přibližně 10 000 let př.n.l. (ŠANTRŮČEK a KOL., 2001).

Původní domovinou kukuřice jsou tropické a subtropické oblasti Jižní a Střední Ameriky. Pokud jde o místo, na kterém se začala pěstovat, většina badatelů se přiklání k názoru, že to byly náhorní roviny tropických nebo subtropických oblastí Ameriky (ŠPALDON a KOL., 1982). Podle PETRA a KOL., (1997), ji pěstovali Májové, Inkové a Aztékové.

O významu kukuřice pro tyto vyspělé národy svědčí i existence božstva. Centeotl (Senteotl) - bůh kukuřice bylo významné mužské božstvo úrody, hojnosti a veselí, patron každoroční obnovy života a svěžesti. Způsob její domestikace je jednou z největších záhad genetiky. Na rozdíl od ostatních kulturních plodin nejsou známy žádné mezistupně mezi divokým předchůdcem kukuřice a kulturní plodinou (PRUGAR a KOL., 2008).

PETR a KOL., (1997), uvádí, že do Evropy dovezli kukuřici mořeplavci pravděpodobně roku 1493. Naše národy údajně seznámili s kukuřicí Romové (cikáni), kteří ji na jižní Slovensko a Moravu přinesli patrně z Turecka a Rumunska v 17. století, proto se jí také říkalo turecká pšenice nebo turecké žito, z čehož zůstalo krajové označení „turkyně“ (PRUGAR a KOL., 2008).

V Čechách má krátkou historii pěstování. Je zdrojem potravin pro lidskou výživu a dále se využívá v různých průmyslových odvětvích (papírnictví, stavebnictví, chemický a farmaceutický průmysl). Pro hospodářská zvířata je nenahraditelným zdrojem energie. Je základním objemovým krmivem pro chov skotu (DIVIŠ a KOL., 2010).

V roce 1930 se začalo s pěstováním prvních hybridů. v současné době je kukuřice plodinou pěstovanou téměř ve všech půdně-klimatických podmínkách od 40° jižní šířky až po 56° severní šířky. V posledních sedmdesáti letech výrazně stoupl její význam (PRUGAR a KOL., 2008).

2.1 Charakteristika rostliny

Kukuřice (*Zea mays* L.) patří do čeledi lipnicovitých (Poaceae) a skupiny kukuřicovitě (Maydeae) (*DIVIŠ a KOL.*, 2010).

Z botanického hlediska je rostlinou jednodomou ale různopohlavnou (zvláště je samčí a samičí květenství). Samčí květenství tvoří latu dvoukvětových klásků na vrcholu rostliny, samičí květenství je klas (palice) se zdužnatělým větvenem na kterém jsou rovněž dvoukvěté klásky (*MOUDRÝ a JŮZA*, 1998).

PETR a KOL., (1997) říkají, že z praktického hlediska, podle tvaru zrna a jeho chemického složení, dělíme kukuřici na tyto poddruhy:

Kukuřice obecná (neboli tvrdá) - (*Zea mays* convar. *indurata* Sturt., syn. *Zea mays* convar. *vulgaris* Körn., Grebenšč)

Kukuřice koňský zub - (*Zea mays* convar. *indentata* Sturt., syn. *Zea mays* convar. *dentiformis* Körn., Grebenšč)

Kukuřice polozubovitá - (*Zea mays* convar. *aorista* Grebenšč., syn. *Zea mays* var. *semiindentata* Kulesch)

Kukuřice pukancová - (*Zea mays* convar. *everta* Sturt., syn. *Zea mays* convar. *microsperma* Körn., Grebenšč)

Kukuřice cukrová - (*Zea mays* convar. *saccharata* Sturt.)

Kukuřice škrobová - (*Zea mays* convar. *amylacea* (Sturt. Mont., Grebenšč., syn. *Zea mays* convar. *makrosperma* Klotsch)

Kukuřice vosková - (*Zea mays* convar. *ceratina* Grebenšč.)

Kukuřice plevnatá - (*Zea mays* convar. *tunicata* Sturt., syn. *Zea cryptosperma* Bonaf., syn. *Zea glumacea* Larranaga)

Největší význam z hospodářského hlediska má kukuřice koňský zub, kukuřice obecná (tvrdá) kukuřice polozubovitá (*DIVIŠ a KOL.*, 2010).

2.2 Popis rostliny

2.2.1 Kořenová soustava

Kořeny kukuřice podle svého původu se rozdělují na primární a sekundární. Primární kořenovou soustavu tvoří kořeny, které se zakládají již v zárodku, sekundární kořenovou soustavu tvoří soubor stonkových adventivních kořenů (*DIVIŠ a KOL.*, 2010).

Jejich vznik pokračuje až do mléčné zralosti. Počet kořenů v jednotlivých přeslenech se zvyšuje postupně se zvětšující se šířkou stébla. Z vyšších přeslenů vyrůstají kořeny i nad povrchem půdy a mají kromě absorpční funkce i podpůrnou, mechanickou funkci proti polehávání. Na primární a sekundární kořenovou soustavu navazují boční kořeny. Podzemní kořenový systém, počet kořenů a jejich rozložení v půdě je přibližně široké 1,5 m a hluboké 2,5 m. To je ovšem závislé na použitém hybridu a podmínkách prostředí (*PETR a KOL.*, 1997). *ŠANTRŮČEK a KOL.*, (2001) uvádí, že v počátečních fázích vývoje dochází k intenzivnímu nárůstu kořenů. Jsou-li rostliny vysoké 10 - 20 mm kořeny dosahují délky 0,3 m. Rostliny zakořeňují do hloubky 0,3 - 0,4 m v prvních čtyřech týdnech od vzejití.

2.2.2 Stéblo

Stéblo je vzpřímené, vyplněné dřevinou, vysoké od 1 do 6 m, v našich podmínkách většinou 1,5 až 2,5 m. Šířka stébla se pohybuje od 20 do 70 mm. Výška stébla závisí na hybridu, růstových podmínkách, teplotě a na množství srážek v době intenzivního růstu, dále na hustotě porostu, délce dne a dalších činitelích (*ŠANTRŮČEK a KOL.*, 2001).

Stéblo je zásobním orgánem, nese a sprostředkovává spojení mezi listy a kořeny. Má kolénka (nody) a články (internodia). Z kolének vyrůstají listy. Jejich počet se může pohybovat ve velkém rozpětí (*PETR a KOL.*, 1997).

ŠPALDON a KOL., (1982) tvrdí, že denní přírůstek stébla může za velmi příznivých podmínek dosáhnout i více jak 100 mm.

2.2.3 Listy

Listy jsou uspořádány vstřícně. Stéblo obepíná listová pochva, stejně jako u dalších druhů čeledi *Poaceae*. Listová čepel je tenká, mělce zvlněná a má vystouplou hlavní žilku. Počet listů je dán hybridem. Rané hybridy mají menší počet listů než hybridy pozdní. Podíl listů na celkovém výnosu je 10 - 15 %. Podle postavení listu k povrchu půdy rozeznáváme typ planofilní (horizontálně postavený list) a typ erektofilní (vertikálně postavený list) [1].

Podle *ŠANTRŮČKA a KOL., (2001)* slouží listy především k asimilaci a výparu vody. Postavení listů má především význam při využití dopadajícího slunečního záření.

2.2.4 Květenství

Květy jsou různopohlavní, jednodomé. Stavebním prvkem květenství prašnickového (samčího) čili laty jsou prašnickové klásky, u květenství pestíkového (samičího) - palice jsou klásky pestíkové (*ŠANTRŮČEK a KOL., 2001*).

Samčí, latnaté květenství vyrůstá na vrcholu stébla. Samičí květenství vytváří palici, vyrůstající z úžlabí listu. Na větenu palice bývá 400 – 1200 zrn soustředěných v 10 – 30 řadách. Palice je obalena listeny. Na jedné rostlině se vytvářejí nejčastěji jedna až dvě palice (*ŘÍMOVSKÝ a KOL., 1989*).

Kvetení laty začíná od středu a uvolňuje pyl 4 - 5 dní. Opylovací schopnost blizny je výrazně dlouhá, až 25 dnů při průměrné teplotě 17 – 20 °C. Životnost pylu je ovšem velice krátká, řádově několik hodin. Opylení závisí na teplotě, vlhkosti a mnoha dalších faktorech. Samičí květenství je oproti kvetení laty opožděné. Běžně se setkáváme se zpožděním o 1 - 5 dnů (*PETR a KOL., 1997*).

Konec kvetení laty a počátek kvetení palic se u jedné rostliny navzájem vždy překrývá a může dojít i v polních podmínkách k volnému opylování vlastním pylem. Obecně se uvádí, že samoopylených rostlin v porostech s malým počtem rostlin může být až 15 %. Oproti tomu u porostů s optimální hustotou je 1 až 5 % samoopylených zrn (*ŠANTRŮČEK a KOL., 2001*).

2.2.5 Plod

Plodem je stejně jako u první skupiny obilnin (pšenice, ječmen, žito, oves a tritikále) obilka. Má však mnohem větší HTZ. Ta se pohybuje v rozmezí 50 až 800 g, většinou však pod, nebo kolem 300 g (*MOUDRÝ a JŮZA, 1998*).

Tab. č. 1: Chemické složení zrna kukuřice (%) (*DIVIŠ a KOL., 2010*).

	Škrob	Cukry	Vláknina	Bílkoviny
Vosková zralost	71,8	3,22	1,7	11,61
Technická zralost	71,6	3,07	1,7	11,59

3. Volba hybridů, pojmy

Při pěstování kukuřice se používá výhradně hybridního osiva. Výběr hybridu patří mezi nejdůležitější pěstitelská opatření. Číslo ranosti, tzv. číslo FAO, určuje délku vegetační doby hybridu, případně sumu teplot nutnou pro pěstování. Rozdíl o 10 č. FAO znamená rozdíl ve zralosti o 1-2 dny, případně o 1-2 % sušiny v době dozrávání. Volbou hybridu ovlivňujeme termín sklizně, způsob využití (siláž, zrno). Na větších plochách kukuřice je vhodné používat 2, případně 3 různě rané hybridy. To umožňuje rozložení sklizňové špičky, dosažení jistějších výnosů kvalitní silážní hmoty a při větší ploše sklizeň kukuřice v optimální zralosti (*ŠANTRŮČEK a KOL., 2001*). Podle *TRÍNÁCTÉHO (2013)* je optimální hodnota pro růst a vývoj generativních orgánů je 20-24°C. u nás pěstované hybridy dosahují hodnot mezi 190-400 FAO.

Tab. č. 2: Stupnice FAO (*DIVIŠ a KOL., 2010*).

Kategorie ranosti	Rozpětí FAO	Průměrná vegetační doba
Velmi rané hybridy	do 200	120 dní
Rané hybridy	201-300	121-127 dní
Polorané hybridy	301-400	128-134 dní
Polopozdní hybridy	401-500	135-141 dní
Pozdní hybridy	nad 500	nad 142 dní

3.1 Typy hybridů

Výsledkem šlechtitelské práce je řada rozdílných typů hybridů lišících se anatomickou stavbou a fyziologickými vlastnostmi. Výrazně dlouhou fotosynteticky aktivní periodou až do fyziologické zralosti se vyznačují pomalu dozrávající tzv. **stay green hybridy**. Tyto hybridy jsou vhodné do teplotně příhodných oblastí, v chladných a vlhkých oblastech hrozí nebezpečí, že v termínu sklizně nedosáhnou požadované sušiny.

Pro tyto oblasti jsou vhodnější tzv. **rychle dozrávající hybridy** s typických rychlým nárůstem sušiny ve zbytku rostliny. Mezi oběma typy hybridů existuje široká škála přechodů, které jsou označovány jako **rovnoměrně dozrávající hybridy** (*PRUGAR a KOL., 2008*).

4. Konzervace

Konzervace je proces známý více než 3500 let. V šedesátých letech minulého století se pro konzervaci začaly využívat organické kyseliny, což podle některých znamenalo revoluci v konzervaci (*MIKYSKA, 2011*).

Konzervace velmi významně ovlivňuje produkční účinnost objemných krmiv (koncentraci energie, obsah hlavních živin a specificky účinných látek, dietetické vlastnosti, chutnost a stravitelnost píce (*ŠANTRŮČEK a KOL., 2001*). Podle *DOLEŽELA (2006)* představují objemná krmiva ve výživě skotu více než polovinu krmné dávky. Z důvodu zabezpečení kvalitního krmení s vysokou výživnou hodnotou je nutné tato objemná krmiva konzervovat. V současné době se objemná krmiva konzervují sušením (seno, sláma) nebo silážováním. Silážováním se konzervuje více než 75 % objemných krmiv.

4.1 Silážování

Příprava siláží je známá více než 3 000 let, neboť již staří Egypťané a Řekové znali skladovat v silech obilí a krmiva z celých rostlin. Silážování znali již také Aztékové a ve staré Číně. Kirstein v roce 1963 publikoval, že v ruinách Cartága byla nalezena sila pro konzervaci pícnin (*DOLEŽAL a KOL., 2012*).

Silážování je technologie konzervace krmiv založená na rychlém okyselení naskladněné, pořezané a dobře udusané hmoty ve šťavnatém nebo zavadlém stavu za nepřístupu vzduchu, tedy za anaerobních podmínek (*VYSKOČIL a KOL., 2011*).

Při silážování se vytváří anaerobní podmínky a tím se zastavuje aerobní rozklad. Anaerobní rozklad látek lze zastavit snížením hodnoty pH pod úroveň aktivity anaerobních mikrobů nacházejících se v siláži. K tomu zpravidla dochází působením kyselin, které vznikají jako produkty látkové výměny mikroorganismů (*ČERMÁK a KOL., 2008*).

WOOLFORD (2003) uvádí, že siláž je velmi důležitým celoročním konzervovaným krmivem přežvýkavců, nebo je alespoň podstatnou součástí jejich krmné dávky. Kvalitní siláž je nutričně kvalitnější než seno, které představuje druhou důležitou formu objemné píce.

4.2 Silážovatelnost

Jako silážovatelnost se označuje vhodnost k silážování na základě chemického složení krmiva. Obsah cukrů, v této souvislosti chápáno jako suma ve vodě rozpustných glycidů využitelných bakteriemi mléčného kvašení, je nejdůležitějším faktorem silážovatelnosti, neboť ty poskytují substrát pro tvorbu kyseliny mléčné a tím biologické okyselení (*ČERMÁK a KOL., 2008*).

Silážovatelnost je vlastnost krmiva zkvasit tak, aby ztráty jeho hmotnosti, kvality a dietetických vlastností byly co nejmenší. Je závislá na mnoha faktorech, zejména obsahu sušiny, zkvasitelných sacharidů a tlumivých (pufrujících) látek. Silážovatelnost je dána obsahem ve vodě rozpustných sacharidů (WSC - water soluble carbohydrate) a jejich poměrem k obsahu dusíkatých a jiných látek, které určují tlumivou kapacitu siláže (*LÁD, 2006*).

LOUČKA (2005) tvrdí, že silážovatelnost je ovlivňována kromě obsahu sušiny, obsahem vodorozpustných sacharidů, mírou tlumivé kapacity a také obsahem dusičnanového dusíku, kontaminací klostridii a dalšími vlivy, které nejsou dostatečně identifikovány.

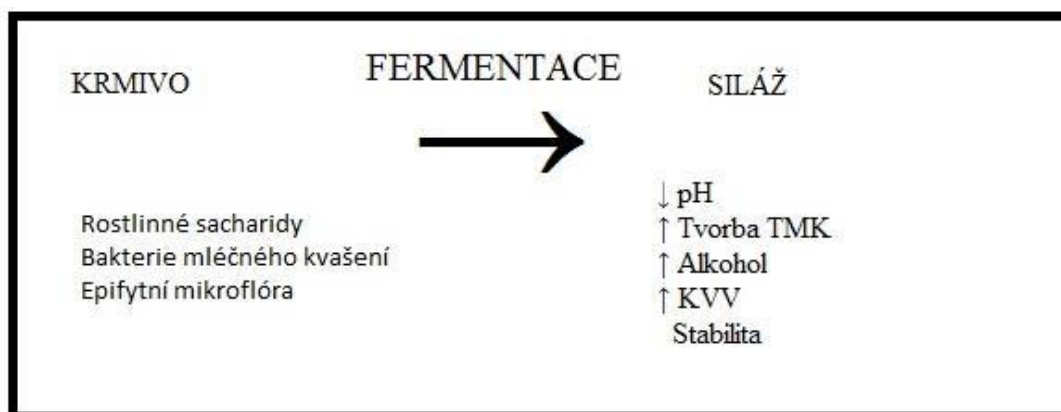
4.3 Proces silážování

Jakmile je zelená, vlhká píce umístěna do sila, dojde k mnoha změnám. Rychlost a doba, po jakou tyto změny probíhají, závisí na druhu plodiny, obsahu vlhkosti, délce řezanky, druhu sila a mnoha dalších faktorech. Pokud jsou podmínky příznivé, proběhne celý proces za 20 - 21 dní a výsledkem bude stálá, vysoce kvalitní, příjemně vonící siláž (*ČERMÁK a KOL., 2004*).

Konzervace kukuřice silážováním se vyznačuje rychlým snížením hodnoty pH původní silážované hmoty na hodnotu $\text{pH} < 4$ fermentací sacharidů na kyseliny mléčnou. Pro úspěšný průběh silážování kukuřice je rozhodující nejen dostatečné množství mléčných bakterií, ale také stanovení správného termínu sklizně a obsah sušiny (*TŘINÁCTÝ a KOL., 2013*).

ČERMÁK a KOL., (2004) tvrdí, že k tomu procesu jsou třeba dva druhy bakterií. Prvním z nich jsou aerobní bakterie, které spotřebovávají kyslík a vylučují CO_2 a teplo. Jestliže je silážované krmivo kvalitně zabaleno a jemně posekáno, spotřebují tyto bakterie všechny kyslík během 4 - 6 hodin. Díky vzniklému teplu vzroste teplota na 25 - 80 °C.

Druhým druhem bakterií jsou bakterie anaerobní, které nastupují po aerobních a v nepřítomnosti kyslíku produkují kyselinu octovou. Po druhém až třetím dni začnou být aktivní bakterie mléčného kvašení. Tvorba kyseliny mléčné probíhá 16 - 18 dní, dokud pH neklesne na 3,6 - 4,2. Při takto nízkém pH (vysoká kyselost) je siláž zakonzervována a veškerá bakteriální činnost ustává. V tomto okamžiku je siláž stabilní a vydrží po dlouhou dobu, za předpokladu, že do siláže nevkusne kyslík.



Obr. 1: Znázornění fermentace (DOLEŽAL a KOL., 2012).

5. Silážní mikroorganismy

Silážní mikroorganismy, které se účastní kvasného procesu lze podle DOLEŽALA a KOL., (2012) rozdělit do tří základních skupin:

- a) **Žádoucí** (Bakterie mléčného kvašení)
- b) **Nežádoucí** (enterobakterie, bakterie octového kvašení, kvasinky, *Coli aerogenes*)
- c) **Škodlivé** (hnilobné bakterie, klostridie, listerie, plísně)

5.1 Bakterie mléčného kvašení

MC DONALD a KOL., (1991) tvrdí, že bakterie mléčného kvašení, které se uplatňují při silážování, patří hlavně mezi epifytní mikroflóru, což znamená, že se vyskytují na povrchu zelených rostlin. Jinak se BMK vyskytují také v trávicím traktu, ale v siláži dominují epifytní BMK a to vzhledem k použité surovině a konkurenčním výhodám - tolerance na osmotický tlak a ke kyslíku, acidotolerance, schopnost využívat určité substráty. Při silážování se uplatňují tři skupiny BMK:

- Obligátně homofermentativní BMK

- Fakultativně heterofermentativní BMK
- Obligátně heterofermentativní BMK

Obligátně homofermentativní bakterie jsou v silážích žádoucí. Tvoří z glukózy minimálně 85 % kyseliny mléčné. K hlavním zástupcům této skupiny patří druhy rodů *Enterococcus* a *Lactobacillus*. Některé druhy (*Pediococcus ramnosus*, *Lactobacillus ruminis*) mají význam i při bacherové fermentaci. Homofermentativní bakterie nedokáží metabolizovat pentózy. jejich činností dochází při homofermentativním kvašení glukózy nebo fruktózy za vzniku kyseliny mléčné k velmi malým ztrátám sušiny a energie (DOLEŽAL a KOL., 2012).

Fakultativně heterofermentativní BMK jako *Lactobacillus plantarum* a *L. casei* patří mezi nejvíce žádoucí a nejdůležitější bakterie siláže, proto se rovněž používají jako silážní inokulanty. Poněkud menší význam (např. vzhledem k menší acidorezistenci) mají další fakultativně heterofermentativní BMK, jako je *Pediococcus acidilactici* a *P. pentosaceus*. Fakultativně heterofermentativní BMK fermentují hexosy (glukózu, fruktózu) stejně jako homofermentativní mléčné bakterie, ale pentósy (xylóza, arabinóza) na laktát, acetát a někdy i etanol (KANDLER a WEISS, 1986).

Poslední skupinou mléčných baktérií jsou obligátně heterofermentativní BMK jako je *Lactobacillus brevis*, *L. buchneri* a *Leuconostoc mesenteroides*. Tyto bakterie tvoří kromě kyseliny mléčné i další metabolity (WILKINSON, 2005).

5.2 Bakterie nežádoucí a škodlivé

5.2.1 Enterobakterie

Mikroorganismy rodu *Enterobacter* (čeleď *Enterobacteriaceae*) fermentují v silážované biomase především sacharidy na kyselinu octovou, plyny, ale i alkohol, což vede k velkým ztrátám. Jde o aerobní až mikroaerobní koliformní mikroorganismy v přírodě velmi rozšířené, zejména na rostlinách. Po snížení pH v silě postupně rychle zanikají. Jsou velmi citlivé na aerobní a kyselé prostředí. Jejich aktivita je významně inhibována již při pH 4,5. Vedle fermentace sacharidů dochází také k metabolizaci organických kyselin. Enterobakterie tak způsobují ztrátu 4,8 % obsahu sušiny a 17 % obsahu energie (MC DONALD a KOL., 1991).

5.2.2 Bakterie octového kvašení

Bakterie octového kvašení jsou obligátně aerobní mikroorganismy, potřebují tedy ke své existenci kyslík. Proto nemohou existovat v prostředí bez vzduchu. Jestliže se přesto v takové siláži zjišťuje přítomnost kyseliny octové, pochází převážně od jiných mikroorganismů (*SCHMIDT a WETTERAU, 1972*). Z řady studií vyplývá, že bakterie octového kvašení mohou vedle kvasinek vyvolávat také sekundární fermentaci. Preventivním opatřením je dobré udusání, dokonalý uzávěr sil a správný odběr siláží, omezující velikost styčné plochy (*DOLEŽAL a KOL., 2012*).

5.2.3 Kvasinky

Kvasinky se zpravidla vyskytují ve vysoké koncentraci již na silážovaných rostlinách, zvláště na kukuřici. Pozitivní efekt kvasinek spočívá pouze v počáteční fázi kvašení, kdy se kvasinky stimulačním způsobem podílejí na vytvoření anaerobního prostředí v důsledku spotřebování kyslíku. Jsou schopné přetrvávat v neškodném stavu ve skladovací anaerobní fázi v uzavřených silech. Pokud se překročí kritická hodnota zárodků kvasinek, pak se kvasinky rychle vyvíjejí a po otevření způsobují intenzivním dýcháním nejen rychlé pomnožení, ale také zvýšení teploty v siláži. Vyšší aktivita kvasinek je vždy jasným signálem špatné technologické kázně (*DOLEŽAL, 2000*).

5.2.4 Hnilobné bakterie

Hnilobné bakterie jsou přísně aerobní, v přírodě všude přítomné sporulující bacily, které tvoří významnou složku epifytní mikroflóry. Vyskytují se zejména v silážích s nižším obsahem sušiny a v povrchových vrstvách. Činností hnilobných bakterií dochází k úplnému organickému rozkladu silážní biomasy za vzniku toxických látek. Tato skupina bakterií působí souběžně s činností klostridií, nebo na ně navazuje (*DOLEŽAL a KOL., 2012*).

5.2.5 Plísně

Plísně jsou zcela nežádoucí mikroorganismy, jejichž vyšší výskyt je rovněž spojen s nedostatečnou technologickou kázní, ale zároveň i signálem nízké hygienické kvality. Plísně jsou přísně aerobními mikroorganismy, a proto je jejich výskyt zaznamenáván vždy v

povrchových vrstvách siláží, kde je styčná plocha mezi aerobním a anaerobním prostředím. V dobře uzavřeném sile nehrají prakticky žádnou úlohu (DOLEŽAL, 2000).

Činnost plísní v siláži má velmi nepříznivý vliv na průběh kvašení. Plísně brzdí rozvoj mléčných bakterií nebo jej zcela zastavují. Kromě toho plísňové kultury částečně vylučují jedovaté látky (SCHMIDT a WETTERAU, 1972).

5.2.6 Klostridia

Klostridia jsou bakterie máselného kvašení a patří k největším producentům kyseliny máselné a CO₂ v silážích. Spory jsou rezistentní vůči záření, teplotě, dezinfekci, kyslíku, trávicím šťávám. Jejich výskyt je vždy spojen s výraznou redukcí kvality siláží. Klostridiální činností dochází k rozsáhlé degradaci rostlinných bílkovin na toxické produkty, zejména kyselinu máselnou, amoniak a také biogenní aminy. Vedle těchto uvedených fermentačních produktů dále vzniká kyselina octová, propionová, alkohol a acetony (DOLEŽAL, 2012).

5.2.7 Listeria monocytogenes

Listeria jsou G⁻ saprofytní anaerobní bakterie. Patří mezi velmi nebezpečné a odolné patogeny, které způsobují onemocnění Listeriózou, která postihuje nejen zvířata (především mláďata), ale také lidi. Do silážované hmoty se dostává nejčastěji trusem, z půdy či rozložené organické hmoty staré siláže. Listeria může způsobit zmetání a nervové poruchy. Nekvalitní siláže jsou nejen zdrojem této infekce, ale také příčinou zvýšení citlivosti zvířat a lidí vůči ní (KALÁČ, 1997).

Tab. č. 3: Hlavní skupiny mikroorganismů účastnících se fermentačních pochodů v siláži (podle MCDONALDA a KOL., 1991).

Druh	Zdroj	Substrát	Metabolity
Enterobakterie (koliformní bakterie)	Splašky, chlévská mrva, půda	Vodorozpustné cukry	Kyselina octová, etanol, CO ₂ , amoniak
Kvasinky	Povrch rostlin, obiloviny	Vodorozpustné cukry	Etanol, CO ₂
Homofermentativní BMK	Povrch rostlin, obiloviny	Vodorozpustné cukry	Kyselina mléčná
Heterofermentativní BMK	Povrch rostlin, obiloviny	Vodorozpustné cukry	Kyselina mléčná, kyselina octová, etanol, manitol,

			CO ₂
Klostridie	Půda	Kyselina mléčná, bílkoviny, aminokyseliny	Kyselina máselná, kyselina octová, CO ₂ , H ₂ , aceton, butandiol, aminy, amoniak

6. Silážní aditiva

Silážní aditiva neboli konzervační přípravky jsou známá minimálně přes 2000 let. Nejstarší a nejznámější konzervační přípravek, který kdy lidstvo používalo, byla sůl (*DOLEŽAL a KOL., 2012*).

Jedná se o prostředky, kterými lze ovlivňovat výsledek fermentace a také její průběh. Aditiva jsou přípravky přidávané do silážované píce s cílem příznivě ovlivnit průběh mléčného kvašení, případně zvýšit stabilitu získaných siláží vůči vzduchu či zlepšit krmnou hodnotu siláží. (*LOUČKA a KOL., 1997*) Podle *VYSKOČILA a KOL., (2011)* mají silážní aditiva garantovat lepší kvalitu siláží, s menším stupněm rozkladu bílkovin, s příznivějším obsahem a poměrem kvasných kyselin. Dále mají snížit ztráty energie vlivem rychlejší acidifikace.

Aditiva musí být používána pouze ve vhodné formě, v předepsaném množství a koncentraci. Při použití za stanovených podmínek nesmějí být škodlivá zdraví a negativně ovlivňovat produkci zvířat. Použití aditiv je třeba zvážit z hlediska požadavků na kvalitu výsledného produktu a nákladů vynaložených na jejich nákup a aplikaci. Ani při dodržení podmínek dávkování nemohou aditiva nahradit technologické nedostatky při silážování (*ČERMÁK a ŠOCH, 1997*).

6.1 Rozdělení aditiv

LOUČKA a KOL., (1997) rozdělil silážní aditiva do 3 skupin- Biologická aditiva, chemická aditiva a ostatní aditiva (tzv. přísady).

6.1.1 Biologická aditiva neboli inokulanty

Biologické silážní konzervační přípravky většinou bývají vícesložkové, skládající se z jednoho či několika druhů (kmenů) bakterií, enzymů a dalších složek (*LOUČKA a KOL. 1999*).

LOUČKA a KOL., (1997) uvádí, že nejčastěji jsou zastoupené rody *Lactobacillus plantarum* a *Lactobacillus casei*. Do aditiv se přidávají také bakterie rodu *Enterococcus* (*faecium*, *lactis*, *cremonis*) a bakterie *Lactobacillus fermentum*, *L. brevis*, *L. buchneri*.

Tím, že se do silážované hmoty dodávají bakterie mléčného kvašení, dojde k řízenému posílení žádoucí mikroflóry. Fermentační proces pak může proběhnout rychleji a zachová se co nejvíce živin (TRÍNÁCTÝ a KOL., 2013).

DOLEŽAL a KOL., (2012) uvádí, že nejjednodušším a nejúčinnějším způsobem jak dosáhnout růstu laktacinogenní části přirozené silážní mikroflóry, je kromě vytvoření anaerobních podmínek také přidání živých mléčných mikroorganismů do silážované píce v koncentraci minimálně 100 000 mikroorganismů na 1 g silážované píce.

Inokulanty se aplikují v tekuté nebo granulované formě. Každý má své výhody a nevýhody. Výhodou tekutých přípravků je jejich rovnoměrná aplikace na silážovanou hmotu. Nevýhodou může být omezená doba skladovatelnosti. Granulované přípravky se nedoporučuje používat při vyšší sušině (TRÍNÁCTÝ a KOL., 2013).

Přednostmi biologických aditiv obecně je jejich zdravotní nezávadnost, ekologičnost, nekorozivnost, biologický princip účinku, zrychlení fermentačního procesu, nižší uvolňování silážních šťáv, snížení ztrát sekundární fermentací, zlepšení chutnosti a stravitelnosti živin, lepší příjem a následné lepší využití zvířaty (VYSKOČIL a KOL., 2011).

6.1.2 Enzymatická aditiva

Jednou z možností jak docílit zvýšení obsahu vodorozpustných cukrů v píci je použití enzymů. Enzymy jsou specifické bílkoviny, které katalyzují průběh biologických reakcí. Svoji hydrolytickou činností způsobují rozklad složitých látek na jednodušší. Existují dva důvody, proč se enzymy přidávají do siláží. První spočívá v tom, aby rozložily vlákninu na zkvasitelné vodorozpustné cukry. Tyto cukry následně využívají bakterie mléčného kvašení jako zdroj energie. Druhý důvod je, že částečné strávení rostlinných buněčných stěn může zvýšit rozsah stravitelnosti (TRÍNÁCTÝ a KOL., 2013).

Většina komerčně dostupných přísad obsahuje enzymy štěpící buněčné stěny tedy celulózy, hemicelulózy, xylanázy a pektinázy. Některé také obsahují enzymy, které rozkládají škroby (např. amylázy) (BOLSEN, 1985).

ŠPIČKA (2004) popisuje enzymy jako bílkovinné makromolekuly. Některé enzymy jsou jednoduché proteiny, jiné obsahují ještě nízkomolekulární nebílkovinnou složku.

6.1.3 Chemická aditiva

Podle *VYSKOČILA a KOL., (2011)* je úlohou chemických aditiv (inhibitorů fermentace) rychlým snížením hodnoty pH inhibovat nežádoucí skupiny mikroorganismů a tím omezovat tvorbu nežádoucích fermentačních produktů. Chemické konzervační prostředky jsou úspěšně využívány zejména při silážování rostlinného materiálu s vyšší vlhkostí.

Od přidavku chemických prostředků se dále očekává vedle zlepšení výživné hodnoty siláží (vyšší podíl zbytkových sacharidů), především zlepšení výsledné hygienické jakosti a aerobní stability siláží.

Mezi chemické konzervační látky, které je možné v současné době používat pro konzervaci krmiv, patří:

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

Je nutné říct, že chemická konzervace krmiv nevyklučuje konzervaci biologickými aditivy, nýbrž ji vhodně doplňuje (*DOLEŽAL a KOL., 2012*).

Nejběžnější chemická aditiva jsou:

- Kyselina mravenčí - je nejpoužívanější organickou kyselinou pro konzervační účely. Konzervuje hmotu tím, že ji okyselí a potlačí nežádoucí skupiny bakterií. Kvasinky a plísně však nepotlačuje.
- Kyselina propionová - zabraňuje rozvoji plísní a kvasinek při vybírání otevřené siláže (*TŘINÁCTÝ a KOL., 2013*).
- Soli kyseliny mravenčí - nejčastěji používanou solí je krystalický mravenčan vápenatý $(\text{HCOO})_2\text{Ca}$, který se v kyselém prostředí rozkládá na kyselinu mravenčí. Většinou se používá ve směsi s dusitanem sodným (*KALACĚ, 1997*).
- Benzoan sodný - se obvykle používá ve formě 10 až 12 % vodného roztoku. Benzoan sodný má významné antimikrobiální (antifungální) schopnosti, zejména proti heterofermentativním bakteriím mléčného kvašení, které nejen zesilují konzervační efekt a zároveň posilují aerobní stabilitu, neboť kyselina benzoová inhibuje plísně

několika způsoby a to již při koncentraci 0,08 % a tím má pozitivní preventivní dopad na bacherové prostředí (DOLEŽAL a KOL., 2012).

Tab. č. 4: Vliv biochemického preparátu obsahujícího jako účinnou látku bakterie mléčného kvašení a benzoan sodný na kvalitu fermentace kukuřičné siláže (DOLEŽAL a KOL., 2006).

Sušiny (%)	Typ	pH	KM (%)	KO (%)	Σ kyselin	Σ kys. v suš.	SP	Třída ferm.
31,33	A	3,85	2,39	0,58	2,97	9,48	10,39	II.
34,78	B	3,79	3,19	0,66	3,85	11,07	5,78	I.

A - kontrolní siláž, B - s benzoanem sodným v kombinaci s biologickým inokulantem, SP - stupeň proteolýzy, KM - kyselina mléčná, KO - kyselina octová

6.1.3.1 Použití močoviny

Močovina - $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ se získává z ovzdušného dusíku reakcí s kyselinou uhličitou. Je to diamid kyseliny uhličitě, tedy pravý amid. Patří mezi nebílkovinné dusíkaté látky. Močovina je v současné době nejčastěji používaná látka ke krmným účelům na světě (SCHMIDT a WETTERAU, 1972).

Močovina sama o sobě reaguje chemicky neutrálně a konzervační účinky mají až produkty - CO_2 a NH_3 , vzniklé její enzymatickou hydrolyzou. Stupeň hydrolyzy je závislý zejména na vlhkosti silážované hmoty, aplikační dávce, obsahu sacharidů v píce a pH siláže. Močovina se hydrolyzuje ureázou pokud hodnota pH je vyšší než 4,5. Uvolněný amoniak se váže se vznikajícími kvasnými kyselinami za vzniku amonných solí těchto kyselin, které jsou nejen vhodným zdrojem pro bakterie mléčného kvašení, ale současně působí antifungálně na nežádoucí skupiny mikroorganismů. Močovina se jako konzervační prostředek může vyznačovat velmi vysokou variabilitou kvality fermentace (DOLEŽAL a KOL., 2012).

6.1.4 Silážní přísady

Použití silážních přísad slouží k zajištění a stabilizaci úspěšné konzervace a k zamezení ztrát. Je známo velké množství konzervačních látek, z nichž celá řada jako samostatné látky nebo směsi je obsažena v prodáváných preparátech (ČERMÁK a KOL.,

2008). Podle *DOLEŽALA a KOL. (2012)* jsou nejběžnějšími silážními přísadami řepná melasa, suchý led a syrovátka.

Řepná melasa je přidávána k silážované rostlinné biomase v ředěném stavu v množství 30 až 50 l/t hmoty. Dávkování melasy závisí především na obsahu sušiny. Čím méně sušiny, tím více melasy. Přídavkem melasy se zvyšuje silážovatelnost krmiva.

SCHMIDT a WETTERAU, (1972) uvádí, že přídavek melasy je spojen s určitými potížemi, neboť jako tekutina je příliš hustá. Proto se často zředí horkou vodou. Značnějším zředěním melasy vodou se však může zhoršit výsledek silážování.

Suchý led je silážní přísadou, kterou lze použít na zchlazení silážované hmoty při technologických přestávkách (noc). Jde o alternativní metodu, která slouží ke stabilizaci naskladněné hmoty. Doporučená dávka je 0,5 až 1 kg suchého ledu na m² plochy.

Syrovátka je používána jako silážní přísada v tekuté formě nebo jako suchý prášek, podporující mléčné kvašení. Syrovátka je produktem s nízkým obsahem sušiny, dále obsahuje především mléčný sacharid laktózu a z bílkovin zejména albuminy a globuliny. Syrovátková laktóza zlepšuje silážovatelnost u středně a těžce silážovatelných píceň. Zároveň slouží jako živné médium pro bakterie mléčného kvašení v mnohých biologických inokulantech. Přídavek 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. V tekutém stavu se používá množství 20 až 30 l/t silážované hmoty, v suchém stavu 2 až 3 kg/t hmoty (*DOLEŽAL a KOL., 2012*).

7. Aerobní stabilita

Stabilní fáze fermentačního procesu je charakterizována jako doba od ukončení fermentační fáze konzervovaného krmiva do doby, kdy je silážní prostor otevřen a siláž je vystavena povětrnostním podmínkám. Dle úspěšnosti fermentačního procesu může být stabilní fáze různě dlouhá. V zimním období jsou konzervovaná krmiva stabilnější, protože kromě vzniklého kyselého prostředí v siláži potlačuje mikrobiální aktivitu nízká teplota. Při zvýšení teploty siláže nad 23 °C se zvyšuje mikrobiální aktivita siláže a vlivem zvýšené mikrobiální aktivity dochází k sekundární fermentaci (*JAMBOR, 2001*).

JEŽKOVÁ (2014) popisuje narušení aerobní stability a jako dominový efekt. Jestliže je siláž vystavena vzduchu, probudí se kvasinky a degradují kyselinu mléčnou. Počet kvasinek stále stoupá a s ním i množství degradovaných živin, které jsou zničeny. S vzrůstající teplotou a hodnotou pH se probudí plísně a bakterie a dochází k dalšímu kažení siláže.

Pomocí různých laboratorních metod se ukazuje, že aerobní stabilita souvisí nejen s úrovní fermentačního procesu, složením a početním výskytem epifytní mikroflóry, jejich odolností v anaerobních podmínkách, respektive schopností perzistence až do otevření sil. Problematika následné fermentace je problémem nejen nutričním, ale také technologickým či dietetickým (DOLEŽAL, 2000).

Jednou z možností, jak zlepšit aerobní stabilitu siláží je použití silážních aditiv. Používají se chemická aditiva s fungicidními vlastnosti, nejčastěji organické kyseliny. Například se používají prostředky na bázi pufované kyseliny propionové, sorbát draselný a benzoát sodný. Z mikrobiálních inokulantů se využívá *Lactobacillus buchneri*, který zlepšuje aerobní stabilitu siláží (JEŽKOVÁ, 2014).

Aerobní stabilitě siláží nebyla v minulosti věnována taková pozornost jako ověřování vlivu různých aditiv n fermentační proces. Zvyšující se požadavky na kvalitu siláže v rámci přípravy směsných krmných dávek pro dojnice kladou opodstatněný požadavek také na zvýšení aerobní stability siláží, zvláště kukuřičných. Teprve v posledním desetiletí je věnována této problematice zvýšená pozornost (DOLEŽAL, 2000).

8. Metody dělené sklizně kukuřice

Kromě tradičního způsobu sklizně celých rostlin řezačkou, se kukuřice sklízí i metodami tzv. dělené sklizně DSK (dělená sklizeň kukuřice). Produkty DSK jsou:

- hrubě pošrotované olistěné palice včetně větven - LKS (Lieschen Kolben Schrott)
- pošrotovaná směs palic s větveny bez listenů - CCM (Corn Cob Mix)
- zrno, které se dosouší, nebo zpracovává vlhké - HMGC (High Moisture Grain Corn)

Charakteristika jednotlivých produktů je uvedena v následující tabulce:

Tab. č. 7: Výživářské porovnání způsobů sklizně kukuřice (KŘÍŽEK, 2002).

Technologie sklizně	Nutriční charakteristiky
Tradiční sklizeň	Strniště 20 - 30 cm, výnos 30 - 60 t, sušina 30 - 32 %, KE 5,5 - 6,4 ML, 1 kg sušiny obsahuje 300 g škrobu, do 240 g vlákniny, degradovatelnost škrobu 80 - 95 %
Sklizeň při vyšším strništi (40 - 50 cm)	Sušina 340 - 360 g/kg, 1 kg sušiny obsahuje 360 g škrobu, do 200 g vlákniny, výnos 30 - 45 t/ha, KE 5,9 - 6,6 MJ/kg sušiny,

	degradovatelnost škrobu 75 - 90 %
Sklizeň metodou LKS	Sušina 50 - 60 %, ha výnos 12 - 17 t, KE 7,2 - 7,7 MJ NEL, 1 kg sušiny obsahuje 500 g škrobu, 80 - 120 g vlákniny, lysinu 2,2 g, degradovatelnost škrobu je 65 - 90 %
Sklizeň metodou CCM	Sušina 60 - 70 %, ha výnos 9 - 15 t, KE 7,5 - 8,4 MJ NEL, 1 kg sušiny obsahuje 630 g škrobu, 60 - 70 g vlákniny, lysinu 2,6 g, degradovatelnost škrobu je 60 - 85 %
Sklizeň HMGC (vlhké zrno)	Sušina 60 - 68 %, ha výnos 8 - 12 t, KE 8,0 - 9,2 MJ NEL, 1 kg sušiny obsahuje 650 g škrob, 28 - 35 g vlákniny, degradovatelnost škrobu je 55 - 88 %

Dělená sklizeň kukuřice se provádí v době, kdy je největší podíl živin - škrobu transformován do palic a nepodstatný podíl zůstává ve zbytku rostliny. Tyto silážované produkty jsou sacharidová, energeticky velmi bohatá krmiva, obsahující vysokou koncentraci energie, s nízkým obsahem vlákniny, N - látek a vysokým obsahem škrobu, jehož bachorová degradovatelnost je relativně nižší (50 - 60 %), než u tradiční kukuřičné siláže. Použití siláží z dělené sklizně kukuřice v krmné dávce skotu redukuje riziko poklesu pH bachorového obsahu a riziko vzniku acidózy vlivem nižší bachorové degradovatelnosti škrobu (*DOLEŽAL a KOL., 2012*).

8.1 LKS

Pro sklizeň LKS je použito sklízecí řezačky spolu s kukuřičným adaptérem umožňující sklizeň pouze olistěných palic. Na volbě kukuřičného adaptéru nejvíce závisí jak velká část nadzemní části rostliny se dostane do konečného produktu jako nežádoucí příměs. Také ztráty palic při sklizni a struktura nadrcené kukuřičné slámy závisí na použitém kukuřičném adaptéru. K následnému uložení a konzervaci se používá nejčastěji vaků.

8.2 CCM

Při sklizni CCM, je porost kukuřice sklizen sklízecí mlátičkou vybavenou rovněž kukuřičným adaptérem. Vlhké kukuřičné zrno je dopravováno přímo od mlátičky do šrotovníku či mačkače a následuje opět uložení a následná fermentace ve vacích [3].

8.3 Hlavní přednosti dělené sklizně kukuřice metodami LKS a CCM

TŘINÁCTÝ a KOL., (2013) uvádí, že při sklizni metodou LKS je dosaženo ve srovnatelných podmínkách z jednoho hektaru vyšší celkový výnos energie (MJ NEL) a to zhruba o 5 - 10 % oproti celkové produkci energie při použití metody CCM (neboť samotné zrno tvoří asi 70 % celkové sušiny hmoty). Další výhodou této technologie je časnější sklizeň než při tradiční kombajnové sklizni, ale musí se upřednostnit kvalitní hybridy odolné fuzariózám. Takřka zanedbatelný obsah částí větvenů a listenů u CCM má za následek snazší průběh fermentace, což se odráží i v mnohem přijatelnějším poměru silážních kyselin.

Další výhodou je možnost využití CCM i ve výkrmu prasat, ale také u vysokoužitkových dojnic a u intenzivního výkrmu. Při dělené sklizni jsou relativně nízké ztráty sušiny fermentací, které obvykle nepřesahují 5 - 6 % (*DOLEŽAL a KOL., 2012*).

8.4 Metoda HMGC

Jedná se o unikátní způsob konzervace založený na skladování vlhkého mechanicky upraveného zrna (mačkaného, hrubě šrotovaného), které je upravené pro přímé zkrmování přežvýkavcům. Kukuřice pro tuto metodu se sklízí obvykle o tři týdne dříve než při běžném silážování. Sušina zrna by se měla pohybovat v rozmezí 60 - 70 %. Sklizené zrno je skladováno v silážním žlabu, věžích nebo silážních vacích za stejných podmínek jako při tradičním silážování (*DOLEŽAL a KOL., 2012*).

9. Faktory ovlivňující průběh silážování

9.1 Termín sklizně silážní kukuřice

O termínu sklizně silážní kukuřice rozhoduje celý komplex okolností. Nelze se upnout pouze na zvolený hybrid, který je jenom dílčím faktorem, nýbrž je třeba při stanovení optimálního termínu sklizně zohlednit druh a typ půdy, mocnost ornice, teploty a srážkové úhrny v průběhu vegetace, způsob založení porostů silážní kukuřice a úroveň výživy a hnojení jednotlivými živinami. Správný termín sklizně má u silážní kukuřice značný vliv na složení a silážovatelnost. Určuje tak výslednou krmnou hodnotu a výši sklizňových a fermentačních ztrát (*DOLEŽAL a KOL., 2012*).

V optimálním sklizňovém stádiu (obsah sušiny celé rostliny 28 - 34 %) se pohybuje obsah sušiny palic v rozmezí 45 - 55 % a při tomto stupni zralosti má zrno obsah sušiny 60 - 65 %. V tomto okamžiku se objevuje také černá skvrna na bázi obilky. Při tomto stádiu je v rostlině, respektive v jejích částech, fyziologicky ukončeno ukládání živin, zejména škrobu. Pozdější termín sklizně než je optimální, nevede již k žádnému zvýšenému ukládání živin a tím ani ke zvýšení výživné hodnoty, zejména energie. Naopak dochází pouze k přestavbě a přesunu látek ze stébla do zrna, které je pak hůře fermentovatelné (*ZIMOLKA a KOL., 2008*).

Pro optimální dobu sklizně silážní kukuřice se doporučuje, aby bylo zabezpečeno přijatelné množství a kvalita vlákniny v závislosti na použité technologii sklizně.

Tab. č. 5: Tendence vztahu mezi obsahem sušiny a vlákniny kukuřice (*TŘINÁCTÝ a KOL., 2013*).

Znak/fáze	Mléčná	Voskově-mléčná	Mléčně-vosková	Vosková
Sušina (%)	20	25	30	35
Vláknina (g/kg sušiny)	254	256	222	210

Při příliš časně sklizni, kdy sušina kukuřice je nižší než 28 %, se ochuzujeme o výnos sušiny, energii a o koncentraci energie ve sklizené kukuřičné siláži. V procesu fermentace se uplatňují více bakterie heterofermentativního kvašení. Zužuje se poměr mezi obsahem kyseliny mléčné a octové ve prospěch octové. Nezanedbatelná ztráta živin může být spojena i s vyšším odtokem silážních šťáv. Výhodou příliš časně sklizně může být skutečnost, že píce má vysoký obsah cukrů a méně ligninu (*TŘINÁCTÝ a KOL., 2013*).

TŘINÁCTÝ a KOL., (2013) tvrdí, že pozdní sklizeň s vyšším obsahem sušiny (>35 %) má následující nevýhody. Sklízíme zbytek rostliny o vysoké sušině, kde na povrchu listů dochází k rozvoji plísní a množení kvasinek, které potom negativně ovlivňují fermentační proces. Negativně se na fermentačním procesu projeví i nižší obsah cukrů. vytvoří se méně kyselin a nízký obsah reziduálních cukrů se rychleji vyčerpá. Takováto siláž se stává méně stabilní, což je problém hlavně v letním období. Může docházet i k zaplísnění siláže.

Ideální silážní kukuřice se vyznačuje v době silážní zralosti zeleným zbytkem rostliny a vysokou koncentrací energie zabezpečuje nejen vysoký obsah škrobu, nýbrž také vysoká

stravitelnost zbytku rostliny. Cílem při pěstování silážní kukuřice je dosažení maximálního výnosu energie z jednotky plochy a maximální koncentraci energie v 1 kg sušiny při současném zabezpečení dobrého zdravotního stavu porostu v termínu sklizně (*DOLEŽAL a KOL., 2012*).

Tab. č. 6: Nutriční složení kukuřice v závislosti na sušině (*PŘIKRYL a PLEYER, 2010*).

Obsah sušiny (%)	Obsah N-látek (%)	Obsah vlákniny (%)	Obsah vodorozpustných cukrů (%)	Obsah škrobu (%)
25	8,0 - 9,0	19 - 20	10 - 12	22 - 24
25 - 28	8,0 - 9,0	18 - 19	6 - 8	24 - 28
28 - 30	7,5 - 8,5	19 - 20	4 - 6	28 - 30
30 - 33	7,5 - 8,5	20 - 22	2 - 4	30 - 34
nad 35	6,5 - 7,5	22 - 25	0	32 - 34

9.2. Délka a kvalita řezanky

Význam řezanky na kvalitu siláží a na vlastní průběh kvasného procesu je známý a je zcela nesporný. Krátká řezanka je předpokladem uspokojujivé manipulace, ale především umožňuje dobré dusání a tím i uvolnění enzymů a živin nezbytných k rychlé produkci kyseliny mléčné a tím i potřebné snížení hodnoty pH (*VYSKOČIL a KOL., 2011*).

Jak uvádí *DOLEŽAL a KOL., (2012)* optimální pořezání a distance pícní hmoty zesílí rozklad rostlinných buněk a tím intenzivnější je průběh fermentačního procesu, při současném snížení ztrát a rizik následného kvašení.

Optimální délka řezanky je vždy určitým kompromisem mezi kvalitou fermentačního procesu a dietetickým požadavkem na strukturu krmiv pro bachorové trávení. K hlavním faktorům determinující délku řezanky silážované píce patří především obsah sušiny při

sklizni, vegetační stádium, resp. stupeň inkrustace vlákniny ligninem, ale také technický stav řezacího ústrojí. Obecně platí zásada, že čím vyšší obsah sušiny a vlákniny, tím kratší musí být délka řezanky, má-li se z naskladněné hmoty dokonale vytěsnit vzduch.

Při sušině nižší než 30 % se doporučuje řezanka delší (cca 15 - 20 mm), při sušině 30 - 34 % by měla mít 10 až 15 mm a při sušině vyšší než 35 % se doporučuje řezanka kratší cca 6 až 8 mm TCL (Theoretical Length of Cut). Délka částic nad 8 mm se již považuje za tzv. strukturní, tedy podporující motoriku bachoru. TLC je označení pro tzv. teoretickou délku řezanky (nastavení vzdálenosti ostří nožů na řezačce) (TRINÁCTÝ a KOL., 2013).

LOUČKA (2012) uvádí, že řezanka, pokud není dodrcena v corncrackeru, by neměla mít TLC větší než 12 mm. Když je drcena, neměla by mít TLC větší než 19 mm. Při analýze skutečné délky řezanky lze tolerovat jen 15 % částic s délkou nad 25 mm.

Tab. č. 8: Délka řezanky v závislosti na obsahu sušiny a fázi zralosti (DOLEŽAL a KOL., 2012).

ZPŮSOB SKLIZNĚ	ZRALOST	SUŠINA (%)	ŘEZANKA (mm)
Celé rostliny	Mléčně vosková	25 - 30	15 - 20
	Vosková	30 - 35	10 - 20
LKS, CCM	Vosková	> 45	< 10

9.3 Plnění sil

Před naskladňováním sila je nezbytné nejprve žlab důkladně vyčistit, aby byla zabezpečena čistota materiálu a správný průběh kvašení. Za tímto účelem je nutné ze silážního žlabu odstranit staré zbytky siláže, neboť každá nečistota způsobuje kontaminaci siláže nové a následně negativně ovlivní i průběh fermentačního procesu. Velkou pozornost je třeba věnovat také kontrole funkčnosti a technickému stavu sběracích a odvodných kanálků, jakož i technickému stavu dna a bočních stěn žlabu. Doporučuje se důkladné mechanické očištění a omytí zařízením WAP. Pozornost je nutné věnovat i bezprostřednímu okolí žlabu (komunikace, manipulační prostor), aby byla omezena možnost zanesení nežádoucí nečistoty do žlabu s naváženou rostlinnou hmotou (DOLEŽAL a KOL., 2012).

SCHMIDT a WETTERAU (1972) uvádí, že sila je třeba plnit pokud možno bez přerušení. K tomu účelu se pracuje podle možnosti v několika pracovních směnách. Přeruší-li se plnění sila v nočních hodinách, nemá to zpravidla škodlivé následky. Není-li možné zabezpečit nepřetržité plnění sila, musí se píce v silu přikrýt folií.

Plnění silážních žlabů se doporučuje provádět tak, aby minimální denní vrstva udusané hmoty byla 50 cm a zároveň byla omezena plocha k nežádoucí aeraci. Za tímto účelem se žlaby plní klínovitým způsobem, který zároveň umožňuje plynulé zakrývání. Celková doba plnění sila musí být co nejkratší, nikoliv však na úkon dokonalého dusání, neboť při pomalém plnění silážního prostoru je silážovaná hmota vystavena přístupu vzduchu a tím i velkým ztrátám vlivem nežádoucích mikrobiálních procesů. Při plnění je nezbytné respektovat požadavek na čistotu silážované píce, a proto podle konstitučního řešení silážních žlabů je nezbytné, aby dopravní prostředky přivázející pořezanou a ošetřenou hmotu nezajížděly do prostorů žlabu, ale tuto hmotu vyklopily již v manipulačním prostoru před silážním žlabem, resp. v okraji žlabu. Velký důraz je kladen na dokonalé rozvrstvení hmoty do výšky 15 - 30 cm a samotné technice dusání. Intenzita plnění žlabu se pohybuje v rozmezí 1 až 3 minut v přepočtu na 1 tunu naskladňované hmoty (*DOLEŽAL a KOL., 2012*).

9.4 Dusání siláže

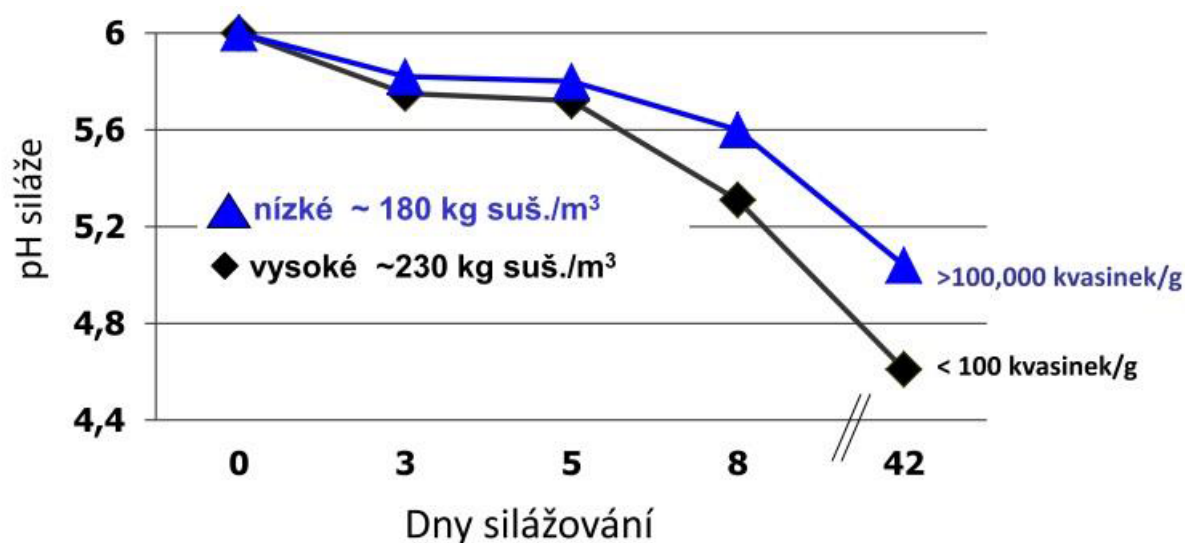
Pro správné vytěsnění vzduchu ze silážované hmoty je velmi důležitá strategie plnění silážních prostor a použitá mechanizace. Vysoký stupeň dusání je nezbytný pro zabránění výměny plynů a tím i druhotnému nežádoucímu kvašení. Při dusání je vzduch obsažený v silážované hmotě vytěšňován ven. To znamená snížení množství vzduchu a pokles aktivity aerobních mikroorganismů, které přítomné cukry rozkládají na oxid uhličitý a vodu. Při této reakci je uvolňováno teplo, takže dochází k záhřevu silážované píce a ke ztrátám sušiny (*TRINÁCTÝ a KOL., 2013*).

Podle *DOLEŽALA a KOL., (2012)* je nutné věnovat zvláštní pozornost dusání podél stěn silážních žlabů, kde stupeň udusání bývá zpravidla vždy nižší, neboť dusací tlak je zredukován pouze na 1 dusací kolo, což způsobuje větší poréznost siláží. Dusání silážovaných pícnin se doporučuje provádět většinou kolovými vozidly o celkové hmotnosti do 15 tun (síla 7 - 10 kN/m² plochy) a vzdálenost kol od stěn při hutnění nesmí z bezpečnostních důvodů být nižší než 0,3 - 0,5 m. Z hlediska plynulého dusání vyplývá další požadavek na způsob naskladňování píce. Požaduje se, aby silážovaná hmota byla nejprve rovnoměrně rozvrstvena

(výška vrstvy maximálně 30 cm) a následně hned důkladně dusána a to již od prvních vrstev, neboť dusání až několika vrstev nad sebou je již nevyhovující a nedostatečné. Při použití lehčích dusacích zařízení je nutné zvýšit počet nutných přejezdů než je obvyklé (více než 6 až 10).

Intenzivní dusání je základním předpokladem optimálního procesu silážování kukuřice. U siláží v obsahem sušiny 28 % je požadováno udusání minimálně na hodnotu 230 kg sušiny na m³, při 33 % sušiny na 250 kg sušiny na m³ a při každém % sušiny navíc nad 35 % se doporučuje zvýšit měrnou hmotnost o cca 10 kg sušiny na 1 m³. Čím je silážovaná hmota sušší a řezanka méně narušená, tím by dusané vrstvy měly být nižší, navíc dusání by mělo být intenzivnější nebo delší. Čím vyšší jsou vrstvy, tím obtížněji se z nich vytlačuje vzduch, protože tlak se rozkládá vertikálně - čím hlouběji, tím je tlak nižší (LOUČKA, 2012).

Graf č. 1: Vliv míry dusání na množství kvasinek, které postupně snižují pH siláže a způsobují její kažení (MAHANNA, 2013).



9.5 Zakrývání siláží

Dokonalé a včasné zakrytí silážního prostoru významnou měrou ovlivňuje výslednou kvalitu siláží. Jestliže technologickým cílem je anaerobióza, je nezbytné, aby se zabránilo přístupu vzduchu do skladovacího prostoru, neboť vzduch do siláže nepatří! Každý průnik vzduchu znamená vždy znehodnocení siláže. Způsob zakrytí také ovlivní nebo v případě nedostatečného uzavření sila sníží výsledný efekt silážních aditiv. Veškerý zbytkový vzduch,

který v silážované hmotě vlivem špatné technologie (velká délka řezanky, nedostatečná doba a intenzita dusání, dlouhodobé plnění silážního žlabu, netěsné zakrytí sila aj.) zůstává, nebo se do siláže druhotně dostává vlivem nedůsledného zakrytí, umožní pokračování nežádoucí mikrobiální aktivity (kvasinky, bakterie, plísně) a tím dodatečné prodýchávání zbytkových sacharidů, rozklad dalších organických živin, ale i již vzniklých kvasných kyselin za vzniku tepla a vody (*DOLEŽAL a KOL., 2012*).

LOUČKA (2012) doporučuje k zakrytí silážní jámy boční fólií na silážní stěnu. Stačí jen pruh, který izoluje nejméně metr vysokou a zakrývá nejméně metr širokou vrstvu silážované hmoty od stěny žlabu.

Po ukončení plnění a dusání se použije další vrstva mikrotenové fólie, která chrání a překrývá okraj žlabu, poté se může překrýt celý povrch žlabu a okraje další vrstvou fólie, přičemž spoj by měl být široký minimálně 50 cm. Na tuto vrstvu mikrotenové fólie se pokládá hlavní kvalitní silážní plachta, která musí být UV stabilní, minimálně dvouvrstvá (lépe třívrstvá) bílé nebo černobílé barvy. Je možné také používat fólie zelené barvy. Tyto hlavní fólie mají tloušťku zpravidla 0,15 až 0,18 mm a mají dokonale izolovat silážovanou hmotu od vnějšího prostředí. Proto by měla přesahovat přes okraj silážního žlabu alespoň 1 m, aby dešťová voda mohla odtékat přes okraj žlabu vně a nezatékala do siláže.

Silážní plachty je nezbytné vypnout a v pravidelných termínech kontrolovat jejich stav. Silážní fólie je nezbytné po vypnutí vhodným způsobem zatížit. K tomuto účelů se používají ojeté pneumatiky, vyřazené důlní pásy nebo sáčky o hmotnosti cca 10 kg naplněné štěrkem případně pískem (*DOLEŽAL a KOL., 2012*).

9.6 Skladování siláže

Skladováním po dobu minimálně 6 - 8 týdnů je zabezpečeno, že dojde ke snížení počtu kvasinek a plísní, tedy epifytní mikroflóry tzv. samočištěním. Po ukončení fáze zrání siláže je dosažena i stabilita siláže. Během hlavní fermentační fáze, po vytvoření dostatečného množství kyseliny mléčné a snížení pH, bakterie mléčného kvašení postupně ustupují. Pokud se začne zkrmovat siláž v době, kdy mléčné bakterie ještě žijí, produkují kyselinu mléčnou a množí se, mohou negativně ovlivnit zastoupení bacherové mikroflóry. Stabilní fáze fermentačního procesu je doba od ukončení fermentační fáze až do doby, kdy je silážní prostor otevřen a siláž je zkrmována. V závislosti na kvalitě fermentačního procesu může být stabilní fáze různě dlouhá (*SKLÁDANKA a KOL., 2011*).

9.7 Vybírání siláží

Otevřením sila kvůli odběru siláže dochází k provzdušňování a v důsledku toho k druhotné fermentaci. Velmi rychle se obnovují rozkladné procesy, nastává růst kvasinek a plísní. Tyto mikroorganismy oxidují konzervační kyseliny, přítomné v siláži. V důsledku těchto pochodů dochází k vzestupu hodnoty pH siláže a tím ke ztrátě konzervačního účinku kyselého prostředí. Při odběru krmiva ze sila je třeba omezit působení vzduchu na minimum. Jedné se především o minimalizaci plochy odebírané hmoty. Plocha řezu musí být hladká. Je třeba se vyvarovat vytrhávání silážní hmoty a jejímu načechrávání. Mělo by být odebíráno jen potřebné denní množství siláže, protože meziskladování podporuje nežádoucí změny (JAKOBE a KOL., 1987).

Dle DOLEŽALA a KOL. (2012) vybírání siláže úzce souvisí s její výslednou kvalitou, ztrátami, a tím i celkovým efektem při zkrmování skotem. Při vybírání je z hlediska kvalita rozhodující řada faktorů, do kterých můžeme zařadit jednorázové množství odebrané vrstvy siláže, mechanizační prostředky použité pro vybrání siláže a klimatické podmínky.

10. Sklady pro silážovaná krmiva

Konstrukčně lze silážní prostory rozdělit na stavby a na prostory pro dočasné uskladnění siláží (nezpevněné hromady, vaky, obalované balíky nebo bloky lisované siláže).

10.1 Stabilní silážní stavby

Stavby mohou být horizontální (žlaby), vertikální (věže), mezi silážní stavby patří i jímky a nádrže na silážní tekutiny. Betonové a železobetonové konstrukce staveb musí vyhovovat podmínkám agresivního prostředí, být mrazuvzdorné a pro vodu nepropustného materiálu. Vnitřní plochy silážních staveb musí být hladké, s kyselinovzdorným povrchem. Nátěry musí být zdravotně nezávadné, pravidelně kontrolované a obnovované. Příjezdové komunikace, manipulační plochy, případně vjezdové rampy ke stavbám pro skladování siláží musí být zpevněné, bezprašné a musí umožňovat pojezd mechanizačních prostředků. Skladovací kapacita silážních žlabů a věží a v souvislosti s tím i jímek a nádrží na silážní tekutiny se stanoví podle předpokládané spotřeby siláže zvířaty, s přihlédnutím ke ztrátám konzervací, manipulací a odtokem silážních šťáv. Žlaby mívají šířku až 18 metrů, délku 40 až

60 metrů a výšku 4 až 6 metrů. V průměru se staví s kapacitou 2000 - 5000 tun. Silážní věže mají kapacitu zhruba desetkrát nižší (*DOLEŽAL a KOL., 2012*).

10.2 Horizontální silážní stavby

Silážní žlaby se často staví jako součást krmivářského centra, které může využívat více farmářů najednou. Žlaby bývají umístěné vedle sebe tak, aby se ušetřilo co nejvíce stěn. Dnes se staví téměř výhradně žlaby nadzemní, bez odtokových štěrbin. Bývají průjezdné (otevřené ze dvou stran), většinou však neprůjezdné (otevřené jen ze strany vstupní). Stěny silážních žlabů bývají svislé nebo sešikmené (ve tvaru A), v jejich spodní části někdy bývá štěrbina. Štěrbina slouží k odtoku silážních tekutin, na druhé straně se skrz štěrbinu dostává do siláže vzduch, který způsobuje její kažení, proto se doporučuje štěrbinu zabetonovat, případně zakrýt plachtou a raději silážovat sušší materiály. Protože šířka silážního žlabu se stěnami typu A bývá příliš velká, doporučuje se žlab uprostřed podélně přepažit. Ve žlabech s šikmými stěnami se silážovaná píce lépe dusá (nebývá problémem zajet s dusacím strojem až těsně ke stěně). Skladovací a manipulační plochy silážního žlabu s výjimkou nájezdové a výjezdové rampy musí být zabezpečeny obrubníky nebo příkopy tak, aby do nich nemohla vnikat přívalová dešťová voda nebo z nich vytékat tekutina na vodohospodářsky nezabezpečené plochy [4].

10.3 Věžová sila

Věžová sila se staví především v klimaticky méně příznivých oblastech. U nás se od nich již z několika důvodů ustupuje. Je to investičně i provozně nákladnější technologie, velmi limitují je nízká rychlost při naskladňování, vybírače siláží měly vysokou poruchovost. U vlhčí píce v důsledku velké výšky vrstvy dochází k vytěšňování většího množství silážních tekutin. Pokud odtečou, mohou podstatně zvýšit ztráty hmoty i živin, pokud zůstanou, většinou podstatně zhorší průběh fermentačního procesu a chutnost siláže. Krmiva s vyšším obsahem sušiny měla v důsledku nedokonalého vytěšnění vzduchu, zejména v horní vrstvě nižší kvalitu (*DOLEŽAL a KOL., 2012*).

10.4 Dočasné silážní prostory

Velmi stará, ale dosud ještě používaná je technologie skladování siláží na nezpevněných hromadách, vžil se pro ni název „holandská“. Podmínkou je jen zpevněná plocha a kapacitně odpovídající jímka nebo nádrž na silážní tekutiny, pokud se silážuje

materiál o sušině nižší než 30 %. U této technologie, která je velmi levná, bývají ale ztráty někdy až příliš vysoké. I při jejím využívání, stejně jako v neprůjezdných žlabech, by dopravní prostředky přijíždějící z pole měly vyklápět řezanku mimo dusanou hmotu. Systém naskladňování zůstává také podobný, tedy tzv. do klínu. Boky pomyslného silážního žlabu se doporučuje zpevnit velkými balíky slámy a izolovat silážní plachtou. Silážování do vaků, lisovaných balíků v dlouhé řadě a lisovaných balíků odděleně skladovaných, jsou poměrně nové technologie a lze předpokládat, že se budou zdokonalovat a jejich význam poroste. Dosahuje se v nich stejné, často i vyšší kvality než u siláží skladovaných v horizontálních či vertikálních silážních stavbách (především proto, že konzervovaná píče je hermeticky uzavřena bezprostředně po naskladnění) [4].

10.5 Jímky na silážní tekutiny

Jímky na silážní tekutiny jsou většinou pod povrchem, mohou být však i nadzemní. Silážní tekutiny jsou u systémů s jímkou umístěnou pod povrchem odváděny buď kanálky umístěnými uvnitř nebo vně silážního žlabu přímo do jímky. U systémů s nadzemní jímkou jsou tekutiny odváděny nejprve do sběrné podpovrchové nádoby s objemem zhruba 200 litrů, po jejím naplnění plovák uvolní klapku čerpadla, které je přečerpá do nadzemní nádrže o objemu asi 2000 litrů. Jakmile se nadzemní nádrž naplní, přijede nákladní auto s cisternou a nádrže odveze. Otevřené nezakryté jímky na silážní šťávy musí být zajištěny proti pádu osob (*DOLEŽAL a KOL., 2012*).

11. Závěr

Cílem této práce bylo shrnutí problematiky týkající se výroby kukuřičné siláže. Na základě literárních zdrojů, článků v odborných časopisech a jiných publikací, lze s jistotou říct, že kukuřice jako energeticky velmi bohatá plodina má nezastupitelné místo ve výživě skotu, ale i jiných hospodářských zvířat. Mezi odborníky, kteří se výrobou kukuřičných siláží zabývají existují drobné rozdíly v názorech, které se týkají především vhodné doby sklizně, obsahu sušiny nebo délky řezanky.

Obecně lze říci, že nejvhodnější termín pro sklizeň kukuřice na siláž nastává v době mléčně-voskové zralosti, kdy je vhodný poměr mezi obsahem sušiny a vlákniny. Obsah sušiny a délka řezanky spolu velmi úzce souvisí. Většina autorů se shoduje na vhodném obsahu sušiny mezi 28 - 34 % v celé rostlině. Platí zde pravidlo, že čím vyšší je obsah sušiny, tím kratší by měla řezanka být. Ve většině publikací se setkáváme s průměrnou délkou řezanky okolo 10 mm.

Ve vlastní procesu konzervace se již obecně shodují, až na pár výjimek. Vedou se například diskuze o tom, zda používat nebo nepoužívat silážní aditiva, jaký způsob sklizně a uchování píce je nejvhodnější. Autoři často berou inspiraci z farem v USA, kde je konzervování kukuřice na velmi vysoké úrovni. Velký důraz musí být kladen na plnění silážních prostor a na dusání řezanky. Výška jedné vrstvy nesmí přesáhnout 30 cm. U siláží v obsahem sušiny 28 % je požadováno udusání minimálně na hodnotu 230 kg sušiny na m³. Na závěr by měla být siláž důkladně překryta silážními fóliemi, aby došlo k vytvoření stabilně anaerobního prostředí a byl podpořen fermentační proces.

Velkou měrou se na kvalitě siláží podepsal i rozvoj v oblasti laboratorního výzkumu, který se stále zdokonaluje a pomáhá nám pochopit vztahy mezi mikroorganismy, kterých je v silážích nepřeberné množství a také o průběhu biochemických dějů, které při fermentačním procesu probíhají.

Na závěr lze říci, že ke konzervaci krmiv je nutné přistupovat s velkou péčí a poctivostí, dodržovat technologické postupy s ohledy na biologické faktory, klimatické podmínky a aktuální stav. Musíme si uvědomit, že nejvyšší produkce a zdraví zvířat dosáhneme pouze za předpokladu, že budeme produkovat kvalitní, výživná a zdravotně nezávadná krmiva.

12. Seznam použité literatury

1. Bolsen, KK., New technologies in forage conservation - feeding systems, 1985, Proc XV Int Grassl Congr, 82-88
2. Čermák, B., Šoch, M., Úprava a hodnocení krmiv, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 1. vydání, 1997, 190 s. ISBN 80-7040-202-4
3. Čermák, B., a kol., Vliv kvality krmiv na produkci a zdravotní nezávadnost mléka a masa, České Budějovice, 2004, 167 s. ISBN 80-7090-744-1
4. Čermák, B., a kol., Krmiva konvenční a ekologická, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 1. vydání, 2008, 326 s. ISBN 978-80-7394-141-3
5. Diviš, J. a kol., Pěstování rostlin, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2010, 260s., ISBN 978-80-7394-216-8
6. Doležal, P., Dvořáček, J., Aerobní stabilita siláží z krmivářského pohledu. Krmivářství, 2000 1. s. 26-28. ISBN 1212-9992.
7. Doležal, P., Konzervace, skladování a úpravy objemných krmiv: (přednášky). Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2006, 247 s. ISBN 80-715-7993-9.
8. Doležal, P., Žalmanová V. a Macháčová E., Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat: hlavní a alternativní užitkové směry. 1. vyd. Olomouc, 2012, Petr Baštan, 307 s. Metodiky pro zemědělskou praxi. ISBN 978-80-87091-33-3.
9. JAKOBE, P. a kol. (1987), Konzervace krmiv. 1. vyd. Praha: SZN, 264 p
10. Jambor, V., Sekundární fermentace konzervovaných krmiv. Krmivářství č. 1, 2001, s. 30-31
11. Ježková, A., Krmivářství 4/2014
12. Kalač, P., Míka, V., Přirozené škodlivé látky v rostlinných krmivech. 1. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1997, 317 s. ISBN 80-85120-96-8.
13. Kandler, O., Weiss N., Genus Lactobacillus. In: Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Baltimore, USA, 1986, s 1208-1234.
14. Křížek J., Způsoby sklizně kukuřice. Krmivářství, 2002, 24 - 27.
15. Lád, F., Vliv vybraných ukazatelů na kvalitu silážovaných krmiv: vědecká monografie = The influence of choice parameters for quality of ensilage feeds : scientific monograph. 1. vyd. V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2006, 99 s. ISBN 80-704-0885-5.

16. Loučka, R., Žalmanová V., Machačová E., Aditiva používaná k silážování: (přednášky). Vyd. 1. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1997, 50 s. Metodiky pro zemědělskou praxi. ISBN 80-861-5316-9.
17. Loučka, R., Machačová, E., Tyrolová, Y., Výzkumný ústav živočišné výroby Praha 10 - Uhřetěves, 1999, 60s. ISBN: 80-7271-027-3
18. Loučka, R., Pozitivní vliv konzervačních přípravků. *Náš chov*. 2005, č.4, roč. 65.
19. Loučka R., Od řezanky po dokonalou izolaci hmoty, *Zemědělec*, 2012, 13 -16.
20. Mahanna, B., Nejnovější trendy silážování objemných krmiv ve Spojených státech amerických (přednáška), Hustopeče u Brna, 7. a 8. února 2013
21. MC Donald P, Henderson A. R., Heron S. J. E., *The biochemistry of silage*. 2nd ed. Editor, 1991, 340s., ISBN: 0-948617-22-5.
22. Mikyska, F., Jak zvýšit kvalitu objemu, *Náš chov*, 2011 (3): s. 51-52. ISSN 0027-8068.
23. Moudrý, J. a Jůza, J., Pěstování obilnin, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 1998, 87s., ISBN 80-7040-274-1.
24. Petr, J., Húska, J., *Rostlinná výroba – I*, Agronomická fakulta ČZU v Praze, 1997, 197s., ISBN 80-213-0152-X
25. Prugar, J. a kol., *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha, 2008, 327s., ISBN 978-80-86576-28-2
26. Příkryl J., Pleyer P., Péče kukuřičné siláži se vyplatí. *Zeměděle*, 2010, 13, 11.
27. Římovský, K. a kol., *Pícninářství – polní pícniny*, Vysoká škola zemědělská v Brně, 1989, 165s., ISBN 80-7157-038-9
28. Schmidt, W., Wetterau, H., *Výroba siláže*, 1. vydání, Orig.: Berlin, 1972, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag
29. Šantrůček, J. a kol., *Základy pícninářství*, Česká zemědělská univerzita v Praze, 2001, 146s., ISBN 80-213-0764-1
30. Špaldon, E. a kol., *Rostlinná výroba, Příroda*, Bratislava, 1982, 628s.
31. Špička, J., *Biochemie*, 1.vyd. Č. Budějovice: ZF JU, 2004, 150s. ISBN 80-7040-683-6
32. Třináctý, J., *Hodnocení krmiv pro dojnice*. Vyd. 1. Pohořelice: AgroDigest, 2013, 590 s. ISBN 978-80-260-2514-6.
33. Vyskočil, I., Skládanka, J., Doležal, P., Havlíček, Z., Poštulka, R., Sláma, P., *Metodika výroby experimentálních mikrosiláží*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2011, 23 s. ISBN 978-80-7375-543-0
34. Wilkinson, J. M., *Silage*. Lincoln Chalcombe Publications, 2005, 254 s. ISBN 0948617500.

35. Woolford, M.K., Silážování kukuřice, Alltech Czech Republic Publication, 2003, 46-49 s.
36. Zimolka J., a kol., Kukuřice - hlavní a alternativní užitkové směry, ProfiPress Praha, 2008, 200 p. ISBN 978-80-86726-31-1

Internetové zdroje:

http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/picniny/sklady.php?odkaz=kukurice.html [1].

<http://www.kws.cz/aw/KWS/czechia/Agroservis/Suma-efektivnich-teplot/~bnqr/Vyznam-m-283-345-eni-SET/> [2].

<http://uroda.cz/porovnani-dvou-metod-delene-sklizne-ds-kukur.ce-metodou-lks-a-ccm/> [3].

<http://zemedelec.cz/vezova-sila-zlaby-vaky-nebo-baliky-2/> [4].

13. Přílohy



Obr. č. 2: Sklizeň kukuřice na siláž (foto K. Prokeš)



Obr. č. 3: Dusání naskladněné píče (<http://www.zsostretin.eu/profil/roslinna-produkce>)



Obr. č. 4: Správně odebíraná siláž (Náš chov, 2010)



Obr. č. 5: Špatně odebíraná siláž (Náš chov, 2014)