

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

Základní aspekty konzervace kukuřice silážováním

Autor bakalářské práce: Brabenec Petr

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

České Budějovice 2015

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Fakulta zemědělská

Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petr BRABENEC**
Osobní číslo: **Z12101**
Studijní program: **B4103 Zootechnika**
Studijní obor: **Zootechnika**
Název tématu: **Základní aspekty konzervace kukuřice silážováním**
Zadávací katedra: **Katedra zootechnických a veterinárních disciplín a kvality produktů**

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

Konzervovaná krmiva silážováním mají nezastupitelnou úlohu ve výživě skotu. Největší podíl z konzervovaných krmiv připadá na kukuřičnou siláž.

Cílem bakalářské práce bude zpracování literární studie zabývající se konzervací kukuřice silážováním.

Literární studii 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.

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.

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


Larson, J., Hoffman, P.C. Technical Note: A method to quantify prolamin proteins in corn that are negatively related to starch digestibility in ruminants. Journal of Dairy Science, 2008, 91, 4834-4839

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

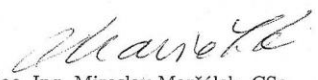
Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. František Lád, CSc.
Katedra zootechnických a veterinárních disciplín a kvality produktů

Datum zadání bakalářské práce: 28. března 2014

Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2015


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 28. března 2014

Prohlášení:

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci s názvem „Základní aspekty konzervace kukuřice silážováním“ jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. 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. 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.

.....

Datum

.....

Podpis studenta

Poděkování

Rád bych poděkoval svému vedoucímu doc. Ing. Františku Ládovi CSc. za odborné vedení, cenné rady a trpělivost při tvorbě mé bakalářské práce.

Abstrakt:

Cílem bakalářské práce je zhodnotit potenciál výroby kukuřičných siláží jako nejčastěji zastoupeného objemného krmiva pro skot. Úvodní část práce se zaměřuje na obecné informace o kukuřici, na původ kukuřice, význam kukuřice a popis rostliny.

Další část se zabývá procesem silážování se zaměřením na mikroorganismy a proces fermentace. V práci jsou také rozepsány tyto organismy jak pozitivně ovlivňující proces fermentace tak organismy mající negativní dopad na průběh fermentace s možným využitím různých aditivních doplňků. Zajímavou kapitolou je zhodnocení pěstovaných hybridů, jejich výhody a nevýhody se zaměřením na kvalitativní a kvantitativní hodnoty. Jednou z nejdůležitějších částí práce je technologický popis výroby kukuřičné siláže. V této části práce jsou uvedené jednotlivé úseky postupu technologického zpracování hmoty, různé metody zpracování rostliny do siláží a některá doporučení, která by se měla dodržovat. V této rešerši byly použity informace získané z publikací českých i zahraničních autorů a snažil jsem se zpracovat celou problematiku týkající se tématu.

Klíčová slova: fermentace, bakterie mléčného kvašení, technologie, hybrid

Abstract:

The aim of the bachelor thesis was evaluation of the maize silage production as the most often representative part of cow feed. The introductory part of the thesis were focused on basic information about maize, it's origin, importance and general description. The following part of the thesis was focused on silage process focusing mikroorganisms and fermentation process. There is also description of these organisms as positive as negative acting on silage process with possibility to apply some various additives. An interesting part of the thesis is appreciation of growned hybrids and their benefits and cons with focusing on qualitative and quantitative values. One of the most important part of the thesis is technological description of silage production. In this part of the thesis were mentioned individual section of the technological processing of material, variety of methods used in silage processing and some recommendation, which should be followed by farmers. The information used thorough the thesis was obtained from publication of Czech as well as foreign authors and the carefully were described problems of the established theme.

Key words: fermentation, lactic acid bacteria, technology, hybrid

1	ÚVOD A CÍL PRÁCE	9
2	LITERÁRNÍ PŘEHLED	10
2.1	PŮVOD KUKUŘICE SETÉ	10
2.2	VÝZNAM.....	10
2.3	BOTANICKÝ POPIS.....	11
2.3.1	STAVBA ROSTLINY	11
2.3.2	GENERATIVNÍ ORGÁNY KUKUŘICE	12
2.4	KONZERVACE	13
2.4.1	HISTORIE KONZERVACE.....	13
2.4.2	SILÁŽOVATELNOST	13
2.4.3	FERMENTACE	14
2.4.4	PRŮBĚH FERMENTACE	15
2.4.5	ZTRÁTY FERMENTACÍ.....	16
2.5	MIKROBIOLOGICKÉ ORGANISMY V SILÁŽÍCH	16
2.5.1	BAKTERIE MLÉČNÉHO KVAŠENÍ	17
2.5.2	KVASINKY	18
2.5.3	PLÍSNĚ	19
2.5.4	KLOSTRIDIE	19
2.6	SILÁŽNÍ ADITIVA	20
2.6.1	ROZDĚLENÍ ADITIV	20
2.6.2	POUŽITÍ ADITIV.....	24
2.6.3	AEROBNÍ STABILITA	25
2.7	SILÁŽNÍ HYBRIDY, POJMY	26
2.7.1	KRITÉRIA HYBRIDŮ	26
2.7.2	HODNOTA FAO	27
2.7.3	SUMA EFEKTIVNÍCH TEPLIT	28
2.7.4	KVANTITATIVNÍ FAKTORY PÍCE.....	28
2.7.5	KVALITATIVNÍ FAKTORY PÍCE.....	29
2.8	TECHNOLOGIE SILÁŽOVÁNÍ.....	32
2.8.1	VLIV PODMÍNEK V DOBĚ SKLIZNĚ.....	32
2.8.2	OPTIMÁLNÍ FÁZE SKLIZNĚ	32
2.8.3	DÉLKA ŘEZANKY A JEJÍ ÚPRAVA	33
2.8.4	PLNĚNÍ SILÁŽNÍCH ŽLABŮ	35
2.8.5	DUSÁNÍ.....	35
2.8.6	ZAKRYTÍ JÁMY	36
2.8.7	SKLADOVÁNÍ.....	37
2.8.8	ODBĚR SILÁŽE.....	38
3	ZÁVĚR.....	39
4	SEZNAM LITERATURY	40
5	PŘÍLOHY.....	45

1 ÚVOD A CÍL PRÁCE

Chov skotu u nás je stále více zaměřován na zvyšování užitkovosti a co nejvyšší ekonomický efekt. I když u nás stavy skotu postupně klesají, je nutné zaměřit se především na chovatelskou činnost a faktory pozitivně ovlivňující užitkovost a efektivnost chovu. V mnoha chovech jsou chovány dojnice s kvalitním genotypem, je však nutné tento fakt podpořit správným sestavením krmných dávek a znalostí potřeby a požadavky těchto přežvýkavců.

Konzervovaná krmiva mají v zemědělské výrobě nezastupitelné využití. Nejvýznamnějším produktem konzervovaných krmiv je právě silážní kukuřice. Kukuřice setá (*Zea mays*) patří v dnešní době k nejvýznamnějším produkčním plodinám v zemědělství. Její nezastupitelné uplatnění nalezneme jak při výživě dojnic ve formě glycidového krmiva při produkci mléka, tak i využití silážní kukuřice jako alternativního zdroje k výrobě bioplynu. Kukuřice vyniká hlavně svými produkčními vlastnostmi, poskytuje vysoké výnosy, co se týče hmoty/ha. Právě silážování je v současné době nejčastější způsob konzervace krmiv. Výhodou konzervace je výroba velkého množství krmiva podobných kvalitativních vlastností, jež nám napomáhá sestavovat celoročně bilančně podobné krmné dávky. To napomáhá právě fyziologii přežvýkavců a rozvoji mikroorganismů v bacherové mikroflóře.

Cílem bakalářské práce je zpracování literární studie zaměřené na poznání různých aspektů, které mají vliv na výrobu a uchování kukuřičných siláží, vyhodnocení těchto faktorů, porovnání různých způsobů konzervace, posouzení a využití aditivních látek, které napomáhají fermentaci a stabilizaci siláže, hodnocení hybridů, technologické způsoby sklizně, naskladňování a zabezpečení siláží proti negativnímu ovlivnění.

2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 PŮVOD KUKUŘICE SETÉ

Význam kukuřice je zřejmý z toho, že se dnes pěstuje v pěti světadílech. Spolu s pšenicí a rýží patří mezi nejdůležitější obilniny ve výživě lidí, dnes i významnou krmnou, průmyslovou a energetickou plodinou. Vznik a původ kukuřice dnes nejsou ještě zdaleka vysvětleny. Avšak dosavadní archeologické nálezy poukazují na dvě zeměpisné oblasti - Jižní a Střední Amerika. Do Evropy se kukuřice dostala po objevení Ameriky a byla dovezena Kolumbem (ZIMOLKA a kol., 2008).

2.2 VÝZNAM

V posledních letech výrazně stoupl její význam, málokterá rostlina zaznamenala takový šlechtitelský boom, dokazuje to i fakt, že zatímco v roce 1982 měli tehdy českoslovenští zemědělci k dispozici dohromady 30 hybridů, k 1. 7. 2006 bylo registrováno celkem 198 hybridů. Výsledkem šlechtitelské práce je řada rozdílných typů hybridů lišících se anatomicou stavbou a fyziologickými vlastnostmi. Výrazně dlouhým dozráváním se vyznačují tzv. stay green hybridy. Díky této vlastnosti dosahují zvýšeného výnosu škrobu a vyššího výnosu zrna. Tyto hybridy jsou vhodnější do teplotně příhodnějších oblastí. V horších podmínkách hrozí, že rostlina nedosáhne požadované sušiny 33-35%. Pro tyto oblasti se hodí spíše rychle dozrávající hybridy (PRUGAR a kol., 2008).

Kukuřice je základním objemovým krmivem pro chov hovězího dobytka (PETR, HÚSKA a kol., 1997).

Siláž je pravděpodobně nejvíce sklízenou zemědělskou plodinou na světě, i když si doposud farmáři stěžují, že vyrobit úspěšně siláž je velmi obtížné. Asi 10 milionů hektarů v západní Evropě se ročně využije na výrobu siláže (WILKINSON, 2005).

Jak uvádí DOLEŽAL (2006), objemná krmiva 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. Je zřejmé, že k přípravě kvalitních siláží je nezbytné používat pouze kvalitní píci, sklízenou v optimální sklizňové zralosti při dodržení všech technologických zásad. Zlepšení kvality objemných krmiv představuje velkou rezervu

ve snížení nákladů na krmný den a tím i ekonomiky chovu a produkce. Potřeba objemných krmiv a její struktury pro skot je asi 4,5 t sušiny včetně ztrát, tzn. asi 3,75 t zkrmitelné sušiny. Při započítání asi 15 % rezervy, to představuje roční množství asi 5,2 t sušiny. Přičemž největší podíl z objemných krmiv připadá na kukuřičnou siláž.

2.3 BOTANICKÝ POPIS

V botanickém systému je kukuřice řazena jako jednoletá rostlina, jednodomá, různopohlavní, typu rostlin diklinických s prašníkovými (samčími) a pestíkovými (samičími květy), uspořádanými do oddělených květenství (palice a lata). Pa tří do čeledi lipnicovitých (Poaceae) (ZIMOLKA a kol., 2008).

Kukuřice je nejlepším energetickým zdrojem ze všech obilovin. Má vysoký obsah bezdusíkatých látek s vysokým obsahem škrobu. Kukuřici je výhodné zkrmovat zejména skotu a drůbeži (KUDRNA a kol., 1998).

Je to vyšlechtěná rostlina, jejíž hybridy začínají klíčit při 7-8°C. Optimální jsou teploty kolem 25-28°C, pro kvetení 28-30°C a pro tvorbu vegetativních orgánů kolem 20°C (ŠROLLER a kol., 1997).

2.3.1 STAVBA ROSTLINY

2.3.1.1 KOŘENY

Kukuřice vytváří svazčitý kořenový systém. Podle stanovištních podmínek zasahují hluboko 1,5-3 metry. Podle původu patří kořeny k primární a sekundární kořenové soustavě. Primární se zakládají v zárodku, zatímco sekundární až v průběhu růstu. Zrno obsahuje 1 zárodečný kořínek (radicula) a 7-13 postranních. Boční kořeny mají význam jen v počátečním období růstu, poté se z bazálního interkalárního meristému vytvoří adventivní kořeny, které představují hlavní podíl kořenového systému. Z vyšších přeslenů vyrůstají kořeny i nad povrchem půdy a mají mimo absorpční funkce také funkci podpornou a mechanickou proti polehávání rostlin (PETR, HÚSKA a kol., 1997).

2.3.1.2 STÉBLO

Stéblo kukuřice dosahuje výšky od 120-300 cm, je to vzpřímené dužnaté stéblo s hladkým povrchem. Stéblo je složeno z článků, jejichž počet závisí od délky vegetačního období a stanovištními podmínkami (11-15). Článek nesoucí klas (palice) bývá mírně

odkloněn z důvodu vyrovnání stability. Listy vyrůstají střídavě z každého kolénka, vrchol stébla je zakončen latou. Články jsou vyplněny dřevem a pod pokožkou dřevě probíhají hustě cévní svazky. Denní přírůstek stébla může ve vhodných podmínkách dosahovat až 12-15cm (ZIMOLKA a kol., 2008).

Stéblo v našich podmínkách dosahuje výšky 2-2,5m a je silné 2-7cm. Počet nadzemních článků je dán hybridem. Pravá, pevná kolénka dávají stéblu pevnost. Jejich zastoupení je spíše v dolní části. Podíl stébel na celkovém výnosu sušiny tvoří 30-50% (ŠANTRŮČEK a kol., 2001).

2.3.1.3 LISTY

U listu kukuřice se popisují 3 části: čepel (lamina), pochva (vagina) a jazýček (ligula). Listy kukuřice jsou široké, dlouze kopinaté. Má nápadné střední žebro a zvlněné okraje. Povrch listu je slabě ochlupený. Pochvu tvoří mohutná spodní část listu, která obepíná stéblo a chrání tím bázi jednotlivých článků. V místě spoje čepele s pochvou vyrůstá jazýček. Listy svým kontaktem s okolím pomocí průduchů zprostředkovávají výměnu plynů, regulují výpar a celkovou vodní bilanci. Velikost listů, zvláště šířka patří k odrůdovým znakům, je však ovlivňována i faktory prostředí (ZIMOLKA a kol., 2008).

2.3.2 GENERATIVNÍ ORGÁNY KUKUŘICE

2.3.2.1 LATA

Samčí tyčinkové květy tvoří klásky v latě. Dvoukvětné klásky jsou uspořádány v párech a mají po 3 tyčinkách a kláskové plevy. Květ je chráněn pluchou a pluškou. Zvláštností je výskyt pestíku, který umožňuje tvorbu zrna v latě (PETR, HÚSKA a kol., 1997).

Vytvořením samčího soukvětí se končí vývin stébla. Laty se mohou tvořit i na odnožích (ŠPALDON a kol., 1982).

2.3.2.2 KLAS

Samičí pestíkovité květy vytváří palice. Klas s hrubou hlavní osou obalen zrnky v několika řadách, udává se počet 8-18 řad na jedné palici (DIVIŠ a kol., 2010).

Listy obklopující palici jsou modifikované listové pochvy. Pravidelně je jen jeden květ fertilní (ŠPALDON a kol., 1982).

FUKSA a kol., (2006) uvádějí, že při sklizni různě raných hybridů byl zaznamenán průměrný podíl listů 13-15%, podíl stébla 25-32% a palice variabilně od 54-61% z celkové hmotnosti sušiny rostlin.

Zrno má v podstatě stejnou stavbu jako zrna jiných obilovin, jen je o mnoho větší a má různý podíl jednotlivých hlavních částí. Podíl endospermu je asi 85 %, embrya 10% a 5% připadá na oplodí a osemení (ŠPALDON a kol., 1982).

2.4 KONZERVACE

2.4.1 HISTORIE KONZERVACE

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

Také PŘIKRYL (2005) uvádí, že historie použití konzervačních přípravků je velmi stará. První zmínky o konzervaci jsou ještě z dob antiky, kdy se využívalo soli jako konzervačního prostředku pro nasolení ryb prasatům.

Podle DOLEŽALA a kol., (2006) většího rozmachu oboru konzervace krmiv ve světě lze vidět až od 19. století, přičemž největší rozvoj nastal až ve druhé polovině 20. století. V současné době je technologie konzervace krmiv silážováním hlavní a nejdůležitější způsob konzervace, neboť se tímto způsobem konzervuje více než 80% objemných krmiv.

2.4.2 SILÁŽOVATELNOST

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 látek (LÁD, 2006).

Silážování je jedním ze způsobů jak dlouhodobě uchovat krmení s nízkou sušinou. Při silážování fermentují bakterie mléčného kvašení za nepřístupu vzduchu ve vodě rozpustné cukry na organické kyseliny, především kyselinu mléčnou. Následkem toho se snižuje pH a naskladněná hmota je dlouhodobě konzervovaná (TYROLOVÁ, 2013).

Tento technologický způsob konzervování krmiv je založený na rychlém okyselení a naskladnění dobře pořezané a udusané hmoty za nepřístupu vzduchu = přísně anaerobních podmínek (DOLEŽAL a kol., 2010).

V prvních dnech po zasilážování se spotřebovává kyslík a je produkován oxid uhličitý. Vzdušný kyslík je odstraněn rostlinnými enzymy a bakteriemi. Je žádoucí, aby byl rychle

vytvořen příznivý poměr ve tvorbě kyseliny mléčné v kyselině octové, hnilobným organismům a tím zabránit odbourávání bílkovin vlivem rostlinných a bakteriálních enzymů (MATHIES, 2002).

Úspěšné silážování záleží na míře minimalizování ztráty živin původní hmoty během manipulace, sběru, fermentace a zkrmování (MAHANNA, ČERNÍK 2014).

Mezi klíčové kroky, které zajišťují ziskovost produkce a kvalitu kukuřice jako objemného krmiva patří:

- 1) volba hybridu
- 2) sklizeň při správné zralosti a obsahu vlhkosti
- 3) respektování skutečnosti, že mezi výnosem a kvalitou existuje kompromis, který vyžaduje kvalitní rozhodnutí managementu
- 4) včasné datum setí
- 5) mírně vyšší výška rostlin ve srovnání se zrnovými hybridy
- 6) správná ochrana rostlin před škůdci
- 7) odpovídající úrodnost půdy kontrolovaná analýzami půdních vzorků
- 8) použití užších řádků
- 9) sklizeň při optimální výšce strniště, optimální délka řezanky a použití mačkačů zrna
- 10) rychlé naplnění sila, správné zakrytí silážní hmoty a bezpečné zatížení silážní plachty (LAUER, 2010).

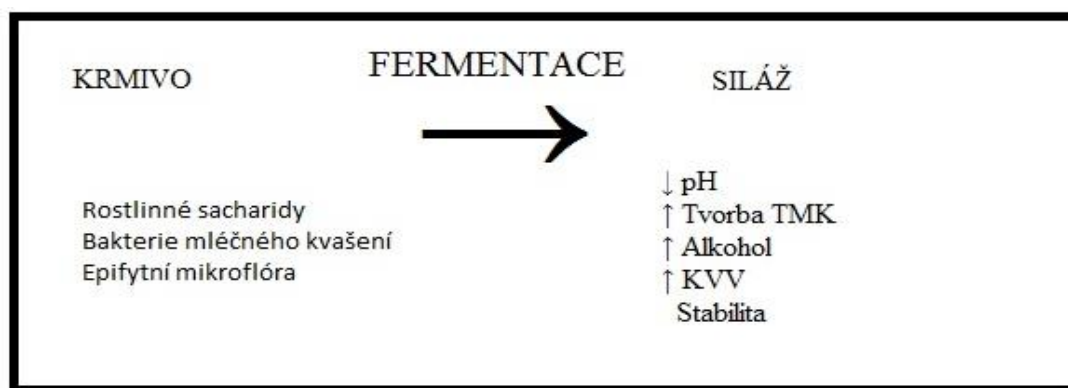
2.4.3 FERMENTACE

Fermentační proces silážování je velmi složitý, jeho výsledek je nejistý, i když částečně předvídatelný. Výzkumní pracovníci po celém světě se snaží již několik let definovat, za jakých podmínek vznikne siláž předpokládané kvality a zda bude mít příslušnou produkční účinnost (TRINÁCTÝ a kol., 2013).

MUDŘÍK a kol. (2006) tvrdí, že základem pro tvorbu kvalitní siláže je vytvoření anaerobního prostředí a snížení hodnoty pH, čehož docílíme rychlou sklizní, rychlým návozem a plněním silážní hmoty, důkladným udusáním a přikrytím siláže.

Podle KUDRNY a kol., (1998) je pro průběh fermentace důležité vytvoření optimálních podmínek, tzn. dostatečné vytlačení vzduchu a dostatek využitelných cukrů. Za opačných podmínek se pH snižuje pomalu a dochází k tvorbě kyseliny máselné. Objemná krmiva se podle kritérií dělí na lehce (kukuřice), středně (tráva, jetel) až obtížně (vojtěška) silážovatelné.

Cílem silážování je podpořit rozvoj mléčných bakterií, které z vodorozpustných sacharidů svými životními pochody vytvářejí kyseliny- především kyselinu mléčnou a octovou. Tím se silážovaná rostlinná hmota okyselí a podmínky se stávají nepříznivými pro růst a aktivitu nežádoucích skupin bakterií, zejména klostridií a enterobakterií (HRABĚ, 2004).



Obr. 1: znázornění fermentace (DOLEŽAL a kol., 2006).

2.4.4 PRŮBĚH FERMENTACE

Podle DOLEŽALA (2006) po naskladnění do silážního sila probíhá respirace, která je provázena rozkladem vodorozpustných sacharidů a proteolýzou. Kyslík se v této fázi spotřebovává a vzniká CO₂, H₂O a teplo. Oxidační procesy jsou způsobeny aerobními a anaerobními organismy, které jsou obsaženy na epifytní mikroflóře.

V první fázi dochází k intenzivnímu působení enzymů na rostlinná pletiva a množení různorodých organismů. Dochází k odbourávání cukrů a hlavní procesy, které probíhají, jsou respirace a proteolýza (oba procesy jsou ztrátové) (KUDRNA, 1998).

Pro druhou fázi je typické silné pomnožení populace bakterií mléčného kvašení, které intenzivně tvoří kyselinu mléčnou. Důležitý je pokles pH pod hodnotu 5, kdy nemohou enzymy klostridií fermentovat živiny a zanikají. Tato fáze kvašení probíhá průměrně 1-3 týdny. Tato doba závisí na obsahu sušiny a použití inokulantu (DOLEŽAL, 2006).

KUDRNA (1998) popisuje druhou fázi podobně, jako rozvoj bakterií mléčného kvašení, jejichž působením vzniká kyselina mléčná. Její vysoká kyselost snižuje pH siláže a znemožňuje rozvoj kvasných procesů, které jsou nežádoucí.

Třetí fáze nastává při určitém stupni okyselení siláže, kdy dochází k téměř úplnému zastavení rozvoje enzymů a bakterií. V případě, že je siláž uchována v anaerobním prostředí,

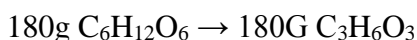
probíhá v siláži pouze nepatrné množství biochemických procesů a siláž je skladovatelná až několik let (KUDRNA, 1998).

V této fázi dochází ke změně obsahu a poměru kyselin, zejména poměr kyseliny mléčné k octové. Cílem této fáze je zajistit stabilitu siláže při odběru (DOLEŽAL, 2006).

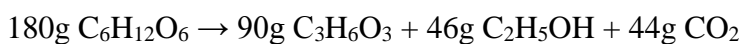
2.4.5 ZTRÁTY FERMENTACÍ

Podle TRÍNÁCTÉHO a kol., (2013) je fermentace biochemický proces za účasti mikroorganismů a enzymů. Fermentují hlavně cukry, ale také aminokyseliny. McDonald a kol., (1991) popsali 20 základních reakcí, při nichž se biochemicky definované ztráty sušiny pohybují od 0 do 67,2%.

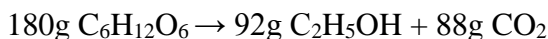
Při homofermentativním kvašení dokáží bakterie tohoto typu rozložit jednoduché cukry (glukózu, fruktózu) na 2 molekuly kyseliny mléčné bez ztráty sušiny.



Rozklad glukózy za vzniku kyseliny mléčné, etanolu a oxidu uhličitého vlivem působení heterofermentativních bakterií je znázorněn následující rovnicí, přičemž ztráty sušiny dosahují kolem 24,4%.



Rozklad glukózy pomocí kvasinek dosahuje ztrát sušiny kolem 48,9% a je znázorněn následující rovnicí.



Rozklad kyseliny mléčné klostridiami za vzniku kyseliny máselné, oxidu uhličitého a vodíku představuje ztrátu sušiny okolo 51,1% sušiny.



2.5 MIKROBIOLOGICKÉ ORGANISMY V SILÁŽÍCH

Silážní mikroorganismy, které se účastní kvasného procesu lze podle DOLEŽALA (2006) 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)

Úspěch vlastní fermentace tak závisí na schopnosti BMK rychle využívat zdroje sacharidů, na rychlosti jejich růstu a množení, na rychlosti snížení hodnoty pH a na vytvoření anaerobního prostředí.

Fermentační proces probíhá za přispění bakterií mléčného kvašení. Tyto bakterie spotřebovávají vodo-rozpustné cukry jako zdroj energie. Následně produkují kyselinu mléčnou, jejímž okyselením píče dochází ke snižování pH. Tím jak se pH snižuje, vzniká vhodné prostředí pro různé druhy bakterií (TYROLOVÁ, 2013).

Na základě kvasných procesů dělíme bakterie mléčného kvašení na homofermentativní, tvořící kyselinu mléčnou a na heterofermentativní, které tvoří při velkých ztrátách energie vedle kyseliny mléčné i značné množství kyseliny octové, oxidu uhličitého a alkoholu (JAKOBE a kol., 1987).

Hlavním zdrojem pro tyto bakterie jsou zkvasitelné sacharidy jako např. fruktóza, sacharóza, glukóza. Naopak nepotřebují ke své činnosti žádný kyslík, a proto jsou řazeny do skupiny fakultativně anaerobních (DOLEŽAL a kol., 2010).

2.5.1 BAKTERIE MLÉČNÉHO KVAŠENÍ

2.5.1.1 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. Některé studie pojednávají o vlivu pH na její růst. 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.

Enterococcus faecium tato fakultativně anaerobní bakterie 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, 2013).

2.5.1.2 HETEROFERMENTATIVNÍ BAKTERIE

MAHANNA (2013) ve svých prezentacích doporučuje užívání heterofermentativních bakterií, především *L. Buchneri*. Výhodu těchto bakterií vidí v kombinaci tvorby kyseliny mléčné, kyseliny octové a dalších látek, které inhibují růst kvasinek, které mají za následek zahřívání siláže.

Lactobacillus buchneri je bakterie přeměňující kyselinu mléčnou na kyselinu octovou. Zmnožení této bakterie je pomalejší než u *L. plantarum*, může však růst při hodnotách pH 3,5 (TYROLOVÁ, 2013).

MAHANNA (2013) dokládá, že inokulace kmenem *L. buchneri* může výrazně zvýšit stabilitu silážovaného krmiva vzhledem k produkci kyseliny octové a propionové, které mají pozitivní vliv na stabilitu siláže.

Lactobacillus brevis je využívána v potravinářském průmyslu k fermentaci sýra a vína. Nejrychlejšího růstu dosahuje při teplotách 30°C a pH 4-6. (TYROLOVÁ, 2013).

Tab. č. 1 Porovnání obsahu kyselin při užití aditiv s homofermentativními bakteriemi a užití homo i heterofermentativních bakterií (MAHANNA, 2013).

Kukuřičná siláž - <i>Lactobacillus</i>	
pH	3,7
Kys. mléčná, % suš.	4,6
Kys. octová, % suš.	0,8
Kys. propionová, % suš	0,1
Mléčná : octová	5,7:1

Kukuřičná siláž – <i>L. buchneri</i>	
pH	3,8
Kys. mléčná, % suš.	3,1
Kys. octová, % suš.	1,8
Kys. propionová, % suš	0,4
Mléčná : octová	1,7:1

2.5.2 KVASINKY

Kvasinky se zpravidla vyskytují ve vysoké koncentraci již na silážovaných rostlinách, zvláště na kukuřici. Pozitivní efekt v siláži mají pouze v počáteční fázi fermentace, kdy se podílejí na vytvoření anaerobního prostředí. Kvasinky patří mezi konkurenty bakterií mléčného kvašení, neboť přednostně využívají zdroje dostupné energie, popřípadě odbourávají již vzniklou kyselinu mléčnou (LÁD, 2006).

Podle DOLEŽALA (2010) jsou kvasinky fakultativně anaerobní organizmy, které mají v siláži negativní vliv na obsah energie a to v závislosti na obsah sušiny. Mimo to však dochází k tvorbě etanolu, který sice zvyšuje chutnost hmoty, na bachorovou mikroflóru má

však negativní dopad. Z tohoto důvodu jsou siláže s vysokým obsahem alkoholu z dietetického hlediska nevhodné ke zkrmování.

Kvasinky jsou považovány za hlavní příčinu aerobní nestability siláží. Siláže s vysokým obsahem kvasinek a alkoholu jsou při vyskladňování málo stabilní, rychle se zahřívají a následně kazí. Schopnost přežívání kvasinek závisí na přístupnosti vzduchu a poměru kyseliny mléčné k octové. Siláže neobsahující kyselinu máselnou a obsahující alespoň 0,5% kyseliny octové z hmotnosti siláže byly stabilní a resistantní vůči kvasinkám (DOLEŽAL a kol., 2006).

2.5.3 PLÍSNĚ

Plísně jsou přísně aerobními mikroorganismy, proto je jejich vysoký výskyt známkou vždy nízké hygienické kvality a nedostatečnou technologickou kázní při výrobě siláží (LÁD, 2006).

Plísním nevadí ani kyselé prostředí a vyskytují se i v silážích s velmi nízkou hodnotou pH. Také plísně metabolizují nejen sacharidy, bílkoviny, ale i vytvořenou kyselinu mléčnou. Zvláštní kapitolou je tvorba metabolitů plísní – toxinů. Pravděpodobný je však vznik mykotoxinů při aerobní přestavbě v povrchových vrstvách siláží (DOLEŽAL, 2000).

Výskyt plísní v krmivech je obecně známkou špatných skladovacích podmínek. Jejich vyšší výskyt je vzhledem k jejich přísně aerobní povaze zaznamenávám zpravidla v povrchových vrstvách siláže. Základní podmínkou prevence výskytu plísní je důkladné udusání a rychlé anaerobní uzavření sila, ani to však zcela nemusí stačit k inhibici metabolismu plísní (DOLEŽAL a kol., 2006).

2.5.4 KLOSTRIDIE

Je všeobecně známo, že pokud se spory klostridií dostanou do siláže (hlavní kontaminace je při seči, zavádání a navážení siláže na jámu) a mají vhodné podmínky, vyklíčí a rozmnoží se, způsobují tzv. máselné kvašení. Proto je výskyt kyseliny máselné hlavním indikátorem přítomnosti klostridií. Jestliže zvíře pozře větší množství těchto anaerobních bakterií nebo jejich spor, může za určitých podmínek v trávicím traktu dojít k jejich množení. Jsou vylučovány výkaly a můžou i při minimálním znečištění vemene kontaminovat i mléko (RYTINA, 2005).

Jsou to bakterie máselného kvašení a patří k největším producentům kyseliny máselné a CO₂ v silážích. Jejich výskyt je vždy spojen s výraznou redukcí kvality siláží.

Proteolytickými činnostmi dochází k degradaci bílkovin za vzniku kyseliny máselné, amoniaku a biogenních aminů. Jsou citlivé k nízkému pH, kdy při hodnotě 4,0-4,2 dochází k jejich inhibici (DOLEŽAL a kol., 2006).

Tab. č. 2 hodnoty pH pro jednotlivé skupiny mikroorganismů (DOLEŽAL a kol., 2006).

Druh mikroorganismů	Hodnota pH		
	minimální	maximální	optimální
enterobakterie	3-4	9-10	6-7,5
klostridie	4,4	7-7,5	>4,6
Kvasinky	1-2	7-8	4,5-5,5
plísně	2-3	7-8	4,5-5,5

2.6 SILÁŽNÍ ADITIVA

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

Průběh i výsledek fermentace lze ovlivnit aditivou. Podle LOUČKY a kol. (1997) jsou to přípravky přidávané do siláže s cílem příznivě ovlivnit průběh mléčného kvašení a zvýšit stabilitu získaných siláží. Aditiva nemohou nahradit nedostatky technologie, nezlepší ani kvalitu píce. Aditiva by tedy neměla být používána jako náhražka nedostatečně zvolených technologií, ale k přípravě vysoce kvalitních krmiv.

Na našem trhu prodává aditiva již řada firem. Nabízená aditiva mají různou cenu i složení. Protože sortiment i využití aditiv se každým rokem zvyšuje, je nutné zemědělskou veřejnost o složení, vlastnostech a účincích silážních aditiv podrobně informovat (KUDRNA, 1998).

2.6.1 ROZDĚLENÍ ADITIV

2.6.1.1 MIKROBIÁLNÍ ADITIVA

Nazývaná též bakteriální či probiotická, nebo také inokulanty. Převážné zastoupení zde mají fakultativně aerobní bakterie rodu *Lactobacillus*, které přeměňují jednoduché cukry především na kyselinu mléčnou, oxid uhličitý a vodu. 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*.

Většina bakterií mléčného kvašení (LAB) je schopna přeměnit cukry na kyselinu mléčnou z více než 85%, nazýváme je homofermentativní. Při heterofermentativním kvašení totiž vzniká větší množství nežádoucích látek (LOUČKA a kol., 1997).

V České republice se z více než 80% inokulantů používá polyvalentních, obsahujících více kmenů mléčných bakterií. Z hlediska fermentace je totiž důležité v počáteční fázi podpořit růst homofermentativních bakterií. Nejjednodušším a nejučinnějším způsobem je přidání živých mléčných organismů. Heterofermentativní bakterie přidané do siláže mají schopnost produkovat kyselinu octovou a propionovou. Hlavní myšlenkou použití těchto bakterií je potlačení sekundární fermentace a částečně fungistatické vlastnosti (DOLEŽAL a kol., 2006).

2.6.1.2 ENZYMATICKÁ ADITIVA

Hydrolitické enzymy

Nejužívanějšími enzymy jsou celulózy, hemicelulózy, xylanázy a glukosidázy. Tyto enzymy rozštěpí celulózu a hemicelulózu až na monosacharidy, které jsou využitelné bakteriemi mléčného kvašení. Při vysoké zralosti je v rostlinách vyšší obsah ligninu, který je velmi rezistentní vůči těmto aditivům. V pozdější vegetační fázi je proto jejich účinnost podstatně nižší.

Mezi **amylolytické** enzymy patří α -amyláza, používaná při vyšší zralosti kukuřice (33% sušina a vyšší).

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).

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

2.6.1.3 CHEMICKÁ ADITIVA (KONZERVANTY)

LOUČKA (1997) uvádí chemická aditiva rozdělena na **minerální kyseliny** (sírová, solná), kam patří také kyselina fosforečná, dále na **organické kyseliny**, kdy je zastoupena i významná a často užívaná kyselina mravenčí a její soli. Za další organické kyseliny jsou považovány ještě kyselina propionová a octová. Někdy se přidává i **močovina**, která na siláž působí mírným otupeň kyselosti a obohacením o nebílkovinné dusíkaté látky.

Úlohou chemických aditiv, je rychle snížit hodnotu pH, inhibovat nežádoucí mikroorganismy a omezit tvorbu nežádoucích fermentačních produktů. Mají také pozitivní vliv na zlepšení výživné hodnoty siláží, především zlepšení výsledné hygienické jakosti a aerobní stability. Tyto konzervační přípravky jsou však doporučovány zejména za podmínek, kdy konzervujeme píce s nízkým obsahem sušiny s vysokým obsahem dusíkatých látek, nedostatečně zavádlé krmivo s obsahem sušiny pod 26-28%, při pozdější sklizni, u pícnin s hrubší strukturou a u krmiv, které mají větší sklon k aerobnímu kažení (DOLEŽAL a kol., 2006).

Vypuzení vzduchu z horních vrstev a boků siláže je obtížné, proto chemické konzervanty nacházejí důležité uplatnění při ošetřování povrchu naskladňované hmoty. Chemické přípravky jsou velice vhodné také v případě, že bude siláž zkrmována v teplém období, kdy jsou siláže aerobně méně stálé (TYROLOVÁ, 2013).

Močovina je nebílkovinnou dusíkatou sloučeninou, kterou lze použít také jako konzervační přísadu při silážování sacharidových krmiv zejména kukuřice. Konzervační účinky močoviny mají až její produkty CO₂ a NH₃, které vzniknou hydrolýzou. Uvolněný amoniak se naváže 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. Zvyšující se množství močoviny dochází v silážích ke zvýšení kyseliny octové (DOLEŽAL a kol., 2006).

2.6.1.4 OSTATNÍ ADITIVA (PŘÍSADY)

Sacharidy působí jako zdroj energie pro bakterie mléčného kvašení. Používají se buď přímo na silážovanou hmotu (melasa, obilné šroty) nebo jako součást aditiv (sacharóza, glukóza, kukuřičný škrob). Dalšími aditivy jsou např. absorbenty (sláma, plevy), voda a materiály s nízkým obsahem sušiny, syrovátka a další méně významné aditiva (LOUČKA a kol., 1997).

Řepná melasa se doporučuje použít zejména u středně a obtížně silážovatelných píce, používá se tedy spíše při konzervaci vojtěšky a jetele v částečně zavadlém stavu.

Syrovátka je používána buďto v tekuté podobě nebo jako suchý prášek. Je to vodnatý produkt s nízkou hodnotou sušiny, obsahuje především laktózu. Laktóza zlepšuje silážovatelnost u středně a těžce silážovatelných píce (DOLEŽAL a kol., 2006).

2.6.1.5 KOMBINOVANÁ BIOLOGICKÁ ADITIVA

Většina aditiv bývá vícesložková. Obsahují složku bakteriální, enzymatickou a nějaký nosič, který je současně zdrojem cukrů a výživných látek. Jejich aplikace vede ke snížení fermentačních ztrát. Výroba kvalitnější siláže má vliv na lepší zdravotní stav dojníc a zvýšenou užitkovost. U některých aditiv se jednotlivé složky nechají použít i odděleně, důvodem je různost cen a trvanlivosti, kdy mikrobiální složka je sice podstatně levnější, zato ale méně stabilnější (LOUČKA a kol., 1997).

Tab. č. 3: Výběr bakteriálních aditiv ke konzervaci objemné píče pro rok 2015 (RYTINA, 2015).

Název přípravku	Kmeny bakterií	enzymy	Ostatní složky
Bactozym	<i>L. plantarum</i> , <i>L. casei</i> , <i>E. faecium</i> , <i>P. acidilactici</i>	Celuláza, hemiceluláza	Suš. Syrovátka, sacharóza, laktóza
Maize-ALL	<i>L. plantarum</i> , <i>P. acidilactici</i>	amyláza	laktóza
AGROS-DOMINÁTOR	<i>L. plantarum</i>		kvas. extrakt, glukóza, peptin, anorg. ionty
BONSILAGE	<i>L. plantarum</i> , <i>P. pentosaceus</i>		Sušená syrovátka, uhličitan vápenatý
MICROSIL	<i>L. plantarum</i> , <i>L. casei</i> , <i>E. faecium</i> , <i>P. acidilactici</i>		Sušená syrovátka, sacharóza, laktóza
SILA-BAC MAIS	<i>L. plantarum</i> , <i>E. faecium</i>		Maltodextrin, křemičitan sodnohlinitý, thiosíran sodný
BioMin BioStabil plus	<i>E. faecium</i> , <i>L. brevis</i> , <i>L. plantarum</i>		inulin
FEEDTECH F10	<i>L. plantarum</i> , <i>P. acidilactici</i> , <i>E. faecium</i>		
ADISIL FAST	<i>L. plantarum</i>		

2.6.2 POUŽITÍ ADITIV

LOUČKA a TYROLOVÁ (2015) ve svém výzkumu posuzují vliv chemických aditiv na horní vrstvu siláže. V jejich pokuse bylo cílem porovnat kvalitativní ukazatele siláže ošetřené při zakládání postřikem povrchu silážované řezanky. Použitá aditiva byly přípravek **Albit** (poly.beta-hydroxybutyric acid) a ověřený silážní přípravek **Safesil** (dusitan sodný, benzoát sodný a sorbát draselný). Oproti kontrolním vzorkům, které nebyly nijak ošetřeny, mělo použití obou konzervačních prostředků pozitivní vliv na snížení ztrátu sušiny a poměru kyseliny mléčné ke kyselině octové, což je ukazatelem výsledku kvality fermentace.

LOUČKA (2015) provedl výzkum na vliv dávky inokulantu na aerobní degradaci siláže. Ve svém výzkumu použil konzervační přípravek Safesil (dusitan sodný, benzoát sodný a sorbát draselný), přípravek byl aplikován do siláže v jedné metodě na řezačce (4l/t) a druhou metodou pomocí postřikovače (2l/m²), třetí část žlabu byla bez konzervantu jako kontrolní. Siláž byla uložena po dobu 200dnů a následně byly odebrány vzorky.

Tab. č. 6 Ukazatele fermentačního procesu siláží (LOUČKA, TYROLOVÁ, 2015).

index, jednotky	KT	KP	S1T	S1P	S2T	S2P
pH	3,3	3,24	3,4	3,26	3,52	3,43
Kys. mléčná (%)	1,2 ^a	1,92 ^b	1,48 ^{ab}	1,5 ^{ab}	1,87 ^b	1,55 ^{ab}
Kys. octová (%)	1,08 ^b	0,67 ^a	0,58 ^a	0,46 ^a	0,51 ^a	0,52 ^a
Mléčná/octová	1,02 ^a	2,5 ^{bc}	2,18 ^b	2,68 ^{bc}	3,09 ^c	2,51 ^{bc}
alkohol (%)	0,19	0,25	0,24	0,21	0,19	0,18
Plísně (log KTJ/g)	3,29	4,35	4,14	4,18	4,18	4,14
kvasinky (log KTJ/g)	3,65	3,41	3,74	3,78	3,94	3,92
klostridie (log KTJ/g)	2,1	2,1	2,67	1,67	2,1	2,33
bakterie (log KTJ/g)	8,09 ^b	8,22 ^b	6,13 ^a	7,19 ^{ab}	5,2 ^a	6,16 ^a

KT-kontrola 0-15cm hloubka, KP- kontrola 30-40cm, S1T-safesil postřikem 0-15cm, S1P-Safesil postřikem 30-40cm, S2T-Safesil řezačkou 0-15cm, S2P-Safesil aplikovaný na řezačce 0-15cm, S2T-Safesil řezačkou 30-40cm, KTJ= Kolonie tvořící jednotky, a,b,c- průměry s různými indexy poukazují na statistický rozdíl

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).

Sušina %	typ	pH	KM %	KO%	Σ kyselin	Σ kys. v suš.	SP	Třída za fermentaci
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 inokulantem, SP-stupeň proteolýzy, KM- kyselina mléčná, KO- kyselina octová

V tabulce č. 5 je uveden vliv inokulantu na kvalitu kukuřičné siláže. U siláží, kde bylo použito aditivum, byl zjištěn vyšší obsah kyseliny mléčné, zaznamenána tendence zlepšené stravitelnosti organické hmoty o necelé 3%. Vyšší kvalita fermentace ve všech případech vedla k redukci NDF spojené se zachováním energie (LÁD, 2006).

Tab. č. 5 Vliv inokulantu na kvalitu kukuřičné siláže (LÁD, 2006).

		kontrola	Aditivum inokulant
Sušina	g*kg ⁻¹	329	334
Kys. mléčná	g*kg ⁻¹ suš.	82,2 ^a	96,8 ^b
Kys. octová	g*kg ⁻¹ suš.	20,1	17,4
pH		3,85	3,7
N- látky	g*kg ⁻¹ suš.	89,2	91,8
NEL		6,26	6,31
Vláknina	g*kg ⁻¹ suš.	208,2	205,6
NDF	g*kg ⁻¹ suš.	395,3	377,8
SOH	g*kg ⁻¹ suš.	656	674

N-látky- Dusíkaté látky, NEL- netto energie laktace, NDF- netto detergentní vláknina, SOH- stravitelnost organické hmoty, a,b- průměr s různými indexy, poukazují na statistický rozdíl

2.6.3 AEROBNÍ STABILITA

Za stabilní fázi fermentačního procesu je považována doba od ukončení fermentační fáze konzervovaného krmiva do doby otevření siláže, kdy je vystavena povětrnostním podmínkám. Teplota siláže postupně stoupá v aerobní fázi fermentačního procesu. Za nižších teplot (<10°C) je siláž stabilnější, výhodou je také zastřešení siláže, které vrhne na prostory

stín a nedochází k takovému zahřívání. Při zvýšení nad 23°C se zvyšuje mikrobiální aktivita a dochází k sekundární fermentaci (JAMBOR, 2001).

Pronikání kyslíku do silážované hmoty je v přímé závislosti na udusání siláže a na způsobu jejího vybírání ze silážních prostor. V hloubce 50cm od čela siláže už kyslík nebývá. Aerobní degradace začíná působit u každé siláže v jinou dobu a ztráty sušiny dosahují 0,5-2% za den maximálně však 10-15%. Další ztráty jsou už jiného druhu např. důsledkem nárůstu plísní (TRINÁCTÝ a kol., 2013).

Aerobní znehodnocení je v současné době velkým technickým problémem. Snaha o zlepšení aerobní stability spočívá v inhibici kvasinek a plísní pomocí biologických inokulantů, které produkují kyselinu propionovou a octovou. Aerobní nestabilita siláže je provázána mikrobiálním zahříváním, nárůstem nežádoucích mikroorganismů, zvýšenou ztrátou sušiny a produkcí oxidu uhličitého. Velká pozornost je v současné době věnována zejména *Lactobacillus brevis a buchneri* (DOLEŽAL a kol., 2006).

Pro odhalení a diagnostiku sekundárních fermentací je možné použití skenování jam za pomoci termovizních kamer. Na pořízených snímcích pak lze zjistit teplotu v konkrétních bodech nebo maximální a minimální teplotu různých výšecí (PLEYER, 2014).

2.7 SILÁŽNÍ HYBRIDY, POJMY

2.7.1 KRITÉRIA HYBRIDŮ

Podle LAUERA (2010) pěstitelé stále zvyšují hustotu rostlin. Je na rozhodnutí managementu, jak se rozhodne řešit kompromis mezi výnosem a kvalitou. Hustota sadby rostlin, která vede k maximálnímu výnosu je vyšší než hustota rostlin, která vede k maximálnímu výnosu mléka na stejné ploše. Vliv hybridu může ovlivnit výnos ze 43%, výnos mléka na tunu o 14% a výnos mléka na akr o 45%. Výběr hybridu je pravděpodobně tím nejdůležitějším rozhodnutím, které musí farmář udělat, pokud se zabývá kukuřičnou siláží.

Při pěstování kuřice je využíváno výhradně hybridní osivo. Volba hybridu patří mezi nejdůležitější pěstitelské opatření. Při volbě na silážní účely jsou důležitá kritéria: stravitelnost organické hmoty, výnos, podíl palic, vhodná délka vegetační doby, odolnost k poléhání a chladu, zdravotní stav hybridu a vhodnost k pěstování pro určitou oblast (ŠANTRŮČEK a kol., 2008).

Moderní chovatele dojnic zajímá kromě hektarového výnosu sušiny i výnos energie, stravitelnost a podíl vlákniny. Znamená to, že k volbě hybridu je třeba přistupovat nejen z hlediska agronomického, ale i výživářského (ČERNÍK, 2005).

2.7.2 HODNOTA FAO

Podle TŘINÁCTÉHO a kol. (2013) je ranost jednotlivých hybridů charakterizována číslem FAO. Tato hodnota vychází z rozhodujícího faktoru prostředí, kterým je pro kukuřici teplota. Optimální hodnota pro růst a vývoj generativních orgánů je 20-24°C. u nás pěstované hybridy dosahují hodnot mezi 190-400 FAO.

Tab. č. 7: Suma efektivních teplot vzhledem k ranosti hybridu (TŘINÁCTÝ a kol., 2013).

Kategorie ranosti	Rozpětí FAO	Průměrná suma efektivních teplot (°C)
Velmi rané hybridy	<230	1380
Rané hybridy	230-250	1430
Středně rané hybridy 1	250-280	1470
Středně rané hybridy 2	280-300	1500
Středně pozdní hybridy	300-350	1550

Podle FUKSY (2006) je hodnota FAO orientační ukazatel, který charakterizuje hybrid a délku jeho vegetace s tím, že 10 FAO činí rozdíl v délce vegetační doby 1-2 dny, popř. 1-1,5% sušiny. Hybridy podle ranosti jsou rozděleny v tab. č. 8 .

Tab. č. 8 Ranost hybridu podle FAO

Kategorie ranosti	Hodnota FAO
Nejranější hybridy	160-250
Středně rané	250-300
Pozdní	300-400

Nejranější hybridy jsou pak doporučovány pro bramborářskou oblast, středně rané pro řepářskou a pozdní pro kukuřičnou oblast.

2.7.3 SUMA EFEKTIVNÍCH TEPLOT

Pro výběr vhodného hybridu na konkrétní lokalitu a určení správného termínu sklizně je nutné zohlednit délku vegetačního období. Lze pro to použít mimo hodnoty FAO také SET (suma efektivních teplot) každý hybrid potřebuje určitou hodnotu SET, která vznikne součtem teplot, kdy se zohledňují teploty pouze v rozmezí 6-30°C (TRINÁCTÝ a kol., 2013).

Kritéria výběru hybridu lze rozdělit do dvou skupin, agronomická a krmivářská. Hlediska agronomická jsou například agroekologické podmínky, za jakých bude kukuřice pěstována, výnos silážní hmoty na jednotku plochy, celkový výnos suché hmoty na jednotku plochy a cena osiva. Krmivářská hlediska jsou zaměřena spíše na výnos energie na jednotku plochy a její koncentrace na 1kg, stravitelnost organické hmoty, výnos palic na jednotku plochy a užitkovost stáda, kterému je připravována (PROKEŠ, 2002).

Termín seče je podle DOLEŽALA (2011) častým prohřeškem při výrobě siláží sklizeň v nesprávném vegetačním stádiu. Přitom je známo, že dobře stravitelné krmivo musí být sklizeno v optimálním stádiu. Pozdější sklizeň znamená silný pokles stravitelnosti, snížený příjem krmiva a pokles užitkovosti.

Naproti travám zůstává stravitelnost živin v kukuřici relativně stabilní, díky novým odrudám a hybridům (stay green) můžeme nyní výběr přizpůsobit ke konkrétnímu stanovišti (ČERMÁK a kol., 2005).

2.7.4 KVANTITATIVNÍ FAKTORY PÍČE

U kukuřice na siláž je stejně jako u kukuřice na zrno posouzena nákladovost výroby a výnosnost. Vzhledem k tomu, že je kukuřice zkrmována, není zde vypočítána rentabilita (ZIMOLKA a kol., 2008).

Jedním z hlavních sledovaných znaků u silážní kukuřice je výnos. Výnos se udává v hodnotách celkové suché hmoty, kdy se propočítá na absolutní sušinu, popřípadě se spočítá výnos celkové zelené hmoty. Obě tyto hodnoty se uvádí v t/ha. Mezi další možné sledované znaky patří odolnost proti poléhání, které se však v podmínkách ČR vyskytuje jen sporadicky. Růstový typ hybridu objektivně vystihuje výška rostliny a výška nasazení palic v cm (TRINÁCTÝ a kol., 2013).

Tab. č. 9: Porovnání hodnot zkoušených hybridů pro rok 2015 – výnosové prvky hybridů (zkrácená verze) (POVOLNÝ, 2015).

	VYSKA	VY_PALIC	OBSAH_SUS	VYNOS_ZH	OZRNENI
Lakti CS	284,6	113,8	30,6	64,5	8,4
Supreme	282,3	109,8	30,2	64,1	6,7
KXB2301	261,4	96,7	32,1	61,1	8,1
Ambrosini	257,5	96,7	32,1	62,8	7,8
LZM162/73	263,7	100,6	30,7	66,3	7,9
DKC3340	258,0	103,1	31,2	60,4	8,4
X80D062	294,8	109,0	30,4	68,7	8,1
SL21187	297,5	112,5	29,4	69,7	7,0
Babexx	271,7	106,4	33,1	60,3	7,7
RH11051	263,8	95,1	29,9	63,6	7,5
SY Werena	284,1	111,0	31,8	64,3	7,9
SA0472	274,3	98,7	32,6	63,7	6,9

VYSKA- Výška rostlin (cm), VY_PALIC- Výška nasazení palic (cm), OBSAH_SUS- Sušina celkové zelené hmoty při sklizni (%), VYNOS_ZH- Vynos celkové zelené hmoty (t/ha),

2.7.5 KVALITATIVNÍ FAKTORY PÍCE

Z hlediska histologické struktury, morfologické stavby a následně výživné hodnoty není rostlina homogenním systémem. Značná variabilita ve výživné hodnotě existuje na úrovni botanického druhu, nižších a vyšších taxonomických jednotek. Značný vliv na kvalitu má však růstová fáze. Klade-li se v dnešních chovech důraz na užitkovost, musí se rostliny sklízet ve fázi, kdy je koncentrace energie a živin dostatečně vysoká (LÁD., 2006).

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, trvanlivosti nezávadnosti, či jiným vlastnostem (MÍKA, 1997).

U siláží nelze hodnotit pouze kvalitu fermentačního procesu, ale také živiny, které se přímo vztahují k produkční účinnosti krmiv. Hodnocení vychází z obsahu sušiny, vlákniny a dusíkatých látek. Důvodem zavedení sušiny do hodnocení kvality u siláží je současný stav v technologii krmení. Velkou měrou se zavedly krmné míchací vozy se systémem krmení směsných krmných dávek (TMR), který vyžaduje, aby siláže měly optimální sušinu cca 35% a aby se výsledná sušina míchanice na úrovni 50% (LÁD, 2006).

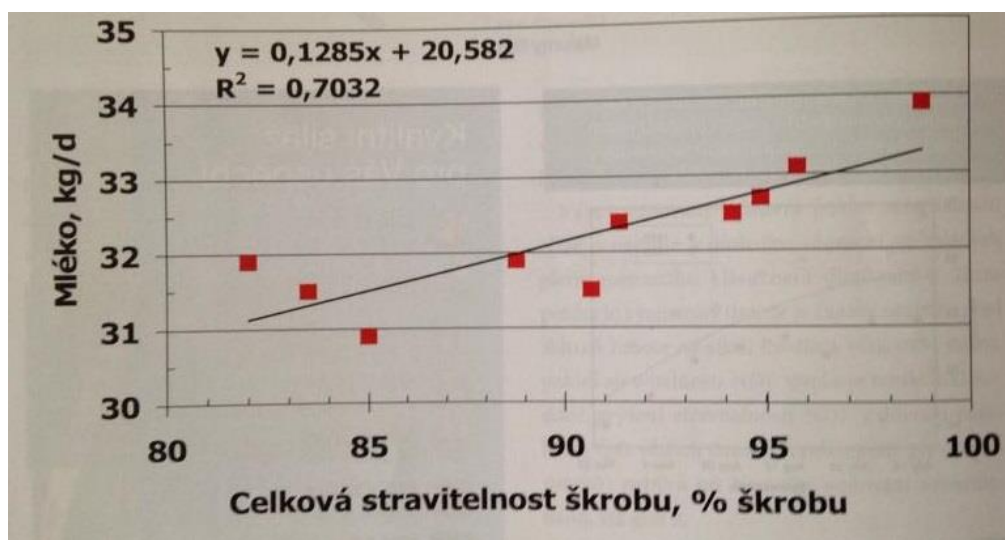
2.7.5.1 OBSAH A STRAVITELNOST SUŠINY

Stravitelnost sušiny kukuřice během zrání postupně klesá, což je běžné u čeledi lipnicovitých. Pokles stravitelnosti sušiny celé rostliny se však zastavuje ve fázi, kdy začíná růst klas. Na krátkou dobu dojde ke zvýšení stravitelnosti. Největší stravitelnosti sušiny celé rostliny je dosaženo v období, kdy je mléčná linie v polovině zrna (TŘINÁCTÝ a kol., 2013).

2.7.5.2 OBSAH A STRAVITELNOST ŠKROBU

Škroby jsou živočichy využívány velmi dobře, protože tito ve svých orgánech syntetizují enzymy trávicí škrob. Proto je škrob považován za nejdůležitější zdroj energie u přežvýkavců. Ve výživě přežvýkavců je škrob mikrobiálně tráven na glukózu, která je mikroorganismy fermentována na těkavé mastné kyseliny (KUDRNA, 1998).

Graf č. 1: Závislost dojivosti na stravitelnosti škrobu (TŘINÁCTÝ a kol., 2013).



Stravitelnost škrobu je obecně považována za vysokou a v běžných systémech pro hodnocení krmiv se tento parametr často paušalizuje. Význam stravitelnosti škrobu na produkci mléka je poměrně vysoký, na každé zvýšení obsahu škrobu o 5% připadá zvýšení nádoje přibližně o necelé 2 litry mléka.

V mnoha experimentech bylo prokázáno, že nejvýznamnějším faktorem ovlivňujícím stravitelnost škrobu je velikost částic. Tyto poznatky sloužily jednak pro vypracování postupů pro hodnocení kukuřičné siláže z pohledu dostupnosti škrobu, ale vedly též k doporučení v souvislosti s technikou sklizně. Z výsledků vyplynulo jednoznačné používání mačkačů při sklizni (TŘINÁCTÝ a kol., 2013).

2.7.5.3 OBSAH A STRAVITELNOST NDF

Význam hodnocení stravitelnosti NDF (Neutrálně detergentní vláknina) nebývá dostatečně doceněn. Zvýšení stravitelnosti NDF neznamena jen prosté zvýšení množství energie, které může dojnice získat ze strávené vlákniny, podstatnější má význam denního příjmu sušiny jako zdroje dodatečné energie. Obsah NDF v rostlině kukuřice klesá se stářím rostliny vlivem narůstajícího obsahu škrobu v klasu. S postupujícím vegetačním obdobím se taky zvyšuje obsah ligninu, což negativně ovlivňuje stravitelnost NDF (TŘINÁCTÝ a kol., 2013).

Hodnoty NDF a ADF reprezentují komponenty strukturálních sacharidů, které musí být přežvýkány, aby došlo k redukci jejich velikosti a následné pasáži. Krmiva s vyšším obsahem NDF a ADF potřebují být žvýkána více, než krmiva s menší velikostí částic. Neutrálně detergentní vláknina se zdá být pro stanovení potře vlákniny u skotu vhodnější než ADF (TŘINÁCTÝ, 2000).

Tab. č. 10: Tabulka hodnot zkoušených hybridů pro rok 2015 – obsah živin a stravitelnost (zkrácená verze) (POVOLNÝ, 2015)

	SKROB_NIR	VLAK_NIR	NL_NIR	ADF_NIR	NDF_NIR	POPEL_NIR	DINAG	NEL
Lakti CS	34,8	17,9	7,3	21,0	42,1	4,1	47,4	6,4
Supreme	33,7	18,8	8,0	22,1	44,3	4,3	45,6	6,3
KXB2301	41,1	15,8	7,5	18,3	38,1	3,8	48,9	6,8
Ambrosini	40,6	15,8	7,8	17,9	39,4	3,8	48,2	6,7
LZM162/73	32,8	18,0	7,7	20,8	42,6	3,9	49,4	6,5
DKC3340	35,6	17,4	8,2	19,9	42,1	4,2	47,8	6,5
X80D062	36,6	17,4	7,6	20,3	40,5	4,2	48,4	6,6
SL21187	36,8	17,7	7,6	20,9	41,2	4,1	47,0	6,5
Babexx	40,0	16,4	7,3	19,1	39,3	4,1	48,5	6,7
RH11051	35,0	18,0	7,8	20,5	42,3	4,3	48,6	6,5
SY Werena	37,4	17,4	7,5	20,2	41,0	4,0	47,5	6,5
SA0472	38,1	16,9	8,0	19,8	40,6	3,8	47,0	6,5

VLAK- Vláknina, NL- Dusíkaté látky, ADF- Acidodetergentní vláknina, NDF- Neutrodetergentní vláknina, DINAG- Stravitelnost organické hmoty

2.8 TECHNOLOGIE SILÁŽOVÁNÍ

Konzervace kukuřice silážováním se vyznačuje rychlým snížením hodnoty pH původní silážované hmoty na hodnotu $\text{pH} < 4$ fermentací sacharidů na kyselinu mléčnou. Bakterie mléčného kvašení (LAB) patří mezi epifytní mikroflóru, které jsou ale v silážované hmotě zastoupeny v minoritním množství (Třináctý a kol., 2013).

2.8.1 VLIV PODMÍNEK V DOBĚ SKLIZNĚ

Podle KUDRNY (1998) se silážovatelnost píce zvyšuje také s úměrně se zvyšující intenzitou slunečního svitu, souvisí to pravděpodobně s transformací a akumulací energie v jednotlivých orgánech rostlin. Ideální je probíhá-li sklizeň za slunného počasí, a v době zhruba mezi 10. a 15. hodinou. Při takovém počasí může být obsah cukrů v rostlině mnohem vyšší, než když je zamračeno a zima.

Pokud je to možné, je třeba se vyvarovat deštivého počasí při sklizni. Dochází tak ke znečištění píce zeminou, tím se dostávají do sila klostridie, které jsou zodpovědné za máselné kvašení. Proto by měl podíl nečistot tvořit méně než 3% v sušině. Výška strniště by neměla být ze stejného důvodu menší než 5-7cm (TŘINÁCTÝ a kol., 2013).

2.8.2 OPTIMÁLNÍ FÁZE SKLIZNĚ

Optimální doba sklizně u kukuřice nastává, když je z větší části ukončen přesun živin do zrna, tj. když se tzv. mléčná linie nachází asi ve dvou třetinách zrna. Sušina v tu dobu dosahuje zhruba 28-35%, sušina zrna 45-55% a zbytek rostliny bývá ještě zelený. Nelze ovšem posuzovat vhodnost termínu sklizně podle barvy porostu, např. u tzv. stay green hybridů by mohl být porost zelený, avšak rostlina by mohla dosahovat hodnot sušiny kolem 40%. Stala by se tak hůře silážovatelnou a obsahovala by méně vodorozpustných sacharidů (LOUČKA, 2009).

TŘINÁCTÝ (2013) se shoduje s Loučkou v hodnotách sušiny, že sušina ve zbytku rostliny (bez palic) je kolem 24-25%. Silážní kukuřice v souvislosti s rozvojem palic a asimilací škrobu v zrnech až do určitého okamžiku zvyšuje svou nutriční hodnotu a koncentraci energie.

Nejvhodnější termín sklizně silážní kukuřice je z hlediska krmivářství na konci těstovité zralosti zrna, kdy rostlina dosahuje 28-34% sušiny. V tu dobu je ukončena syntéza

škrobu v zrnech a je dosaženo nejvyšší koncentrace energie v rostlině. Nechá se sledovat tzv. mléčná čára na zrnu, která koreluje se stupněm asimilace živin, zejména škrobu. Pokud mléčná čára dosáhne 2/3 zrna je vhodné začít se sklizní (ZIMOLKA a kol., 2008).

Vyšší obsah sušiny kukuřičné siláže (32-34%) zvyšuje celkový příjem sušiny objemných krmiv zvířaty o 2-3 kg s dopadem na zvýšení produkce mléka. Při krmení kukuřičné siláže s vyšším obsahem sušiny se dostává větší podíl škrobu do tenkého střeva, což je příznivější a efektivnější pro vlastní metabolismus sacharidů (TŘINÁCTÝ a kol., 2013).

Průběh fermentace a tím i následná kvalita siláže je mimo jiných technologických faktorů (dusání, zakrytí, rychlost fermentace a další) ovlivněn také obsahem sušiny. Přestože sušina není produktem kvasného procesu, má nejvýznamnější efekt na intenzitu biochemických přeměn během fermentace. Vyšší obsah sušiny má výrazný technologický význam. Postupně omezuje aktivitu látkového metabolismu nežádoucích mikroorganismů a tím snižuje odbourávání živin. Při nedostatečném obsahu sušiny dochází k hlubšímu rozkladu buněk už v anaerobní fázi, k bouřlivější fermentaci s větší tvorbou kvasných produktů, zejména kyseliny octové. Při nízké sušině, je vyšší riziko mikrobiálního znehodnocení, lepší kvality se dosáhne při silážování kukuřice s vyšší sušinou (DOLEŽAL a kol., 2006).

Tab. č. 9: 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

S dobou sklizně se snižuje stravitelnost organické hmoty zbytku rostliny. Obzvláště stravitelnost organické hmoty stébla a zbytku rostliny se pohybuje v rozmezí 44,8 – 51% a má klesající tendenci (TŘINÁCTÝ a kol., 2013).

2.8.3 DÉLKA ŘEZANKY A JEJÍ ÚPRAVA

Délka řezanky je důležitým technologickým faktorem z hlediska kvality fermentace. Délka řezanky musí být v souladu s obsahem sušiny silážované hmoty a použitou technologií

sklizně. Praxí je dostatečně ověřeno, že s rostoucím obsahem sušiny je potřeba bezpodmínečně zkracovat délku řezanky (DOLEŽAL, 2011).

Jak uvádí DOLEŽAL (2006) podle řady autorů je u silážované kukuřice s vyšší sušinou optimální délka řezanky kolem 10 mm, respektive rozmezí 4-15 mm. Při sušině kukuřice 28-35% je doporučována řezanka v rozmezí 10-15 mm, pokud sušina dosahuje hodnot pod 28%, pak by délka řezanky měla dosahovat nad 15mm.

Pro kukuřičné siláže v USA je typická délka řezanky 19 mm. Takto nařezaná kukuřice zajišťuje adekvátní obsah fyzikálně efektivní vlákniny, která stimuluje přežvykávání. U delší řezanky je však potřeba pečlivě sledovat dostatečné nadrcení zrna (MAHANNA, 2013).

KUDRNA (1998) pro každý druh píce platí jiné požadavky na její mechanické narušení. Čím je píce více narušená, tím v ní mohou lépe probíhat biochemické přeměny.

Při sklizni kukuřice se zapojuje do činnosti drtič semen (Corn Cracker). Drcením se zlepšují konzervační podmínky při silážování kukuřice s obsahem téměř zralého zrna a jeho stravitelnost (SKALICKÝ, 2004).

MAHANNA (2013) ke zpracování řezanky doporučuje užití systému shredlage, případně Kernel star. Jedná se o inovativní metody zpracování, v případě užití těchto metod se délka řezanky pohybuje okolo 26-30mm, dochází však k narušení povrchu řezanky a kvalitnějšího zpracování zrna. Takto povrchově narušená řezanka je přístupnější mikroorganismům v siláži, je získáno větší množství efektivní vlákniny a výsledná TMR obsahující takto zpracovanou siláž se nemusí „ředit“ slámou. Nevýhodou delší řezanky je však horší schopnost dusání, z toho důvodu je doporučováno použití aditiva obsahující již zmiňovanou *L. buchneri*, která napomáhá zvyšovat stabilitu siláže.

Tab. č. 10: Rozdíl obsahu na sítích při použití různých metod narušení hmoty (MAHANNA, 2013).

Síto (mm)	Shredlage	Corn Cracker
19	31,5%	5,6%
8	41,5%	75,6%
1,18	26,2%	18,4%
dno	0,8%	0,4%

2.8.4 PLNĚNÍ SILÁŽNÍCH ŽLABŮ

Před naskladňováním sila je důležité důkladné vyčištění, aby byla zajištěna čistota materiálu a správný průběh kvašení. Je nutné odstranění starých zbytků. Minimální denní vrstva udusané navezené hmoty by měla být minimálně 50cm. Celková doba plnění sila by měla být co nejkratší, nikoliv však na úkor dusání. Je nezbytné respektovat požadavek na čistotu píce, dopravní prostředky by se proto měly vyhnout přejíždění přes prostory silážního žlabu, ale hmoty by měly vykládat v v manipulačním prostoru před silážním žlabem (DOLEŽAL a kol., 2006).

Rychlost naskladňování ovlivňuje výši ztrát při kvašení a včasné vytvoření podmínek pro rychlý rozvoj bakterií mléčného kvašení. Pomalým plněním žlabů je píce vystavena přístupu kyslíku, který je využíván nežádoucími mikroorganismy, takže probíhají nežádoucí procesy, zejména v respirační fázi. Pro správné vytěsnění vzduchu je důležitá strategie plnění silážních žlabů a použitá mechanizace (TŘINÁCTÝ a kol., 2013).

2.8.5 DUSÁNÍ

Perfektní udusání a zakrytí je základní podmínkou při výrobě siláží. Avšak i při kvalitním udusání a zakrytí standartní plachtou se v horní vrstvě siláže mohou objevit ohniska, která jsou příčinou zhoršení její kvality (MIKYSKA, 2011).

Důkladným udusáním se umožní současně nejen vytěsněním vzduchu, ale také uvolnění rostlinných enzymů a tím zahájení kvasných procesů. Na tuto operaci musí navázat rychlé a dokonalé zakrytí (DOLEŽAL, 2011).

Intenzivní dusání je základním předpokladem optimálního procesu silážování. Navezená výška vrstvy by měla být v rozmezí od 25 do 30 cm. Po takto navezených vrstvách by se mělo pomalu pojíždět rychlostí 2-3km/h a pneumatiky by měly být nahuštěny na vyšší tlak (2,5-3 bary). Kvalitně udusaná siláž by měla dosahovat $S=230\text{kg/m}^3$ při 28% sušiny a 250kg/m^3 při 33% sušiny, přičemž každým procentem nad 35% sušiny by se hodnota měla zvýšit o 10kg/m^3 (ANONYM č. 1).

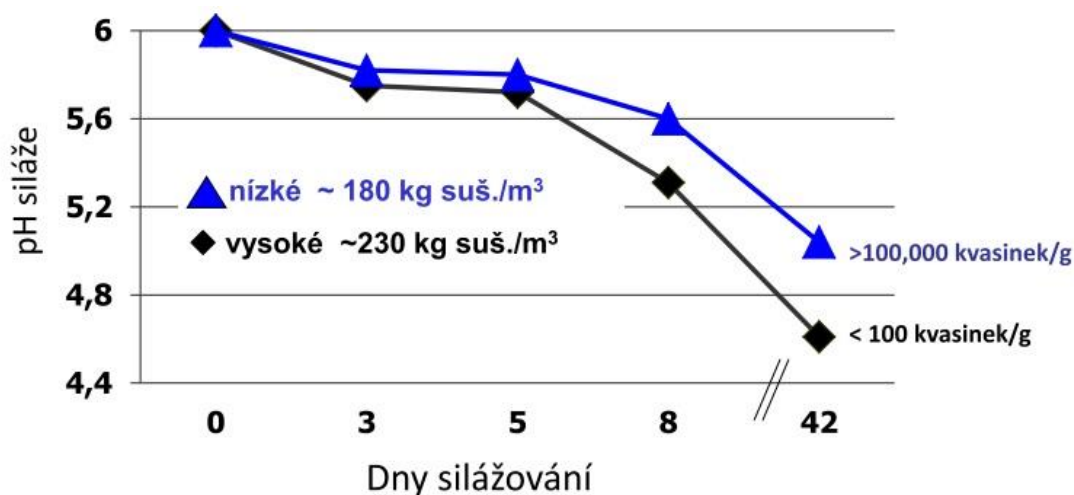
Podle KRAMERA (2010), by se při organizace silážování nové hmoty měla vždy řídit podle výkonu dusacího mechanismu. Maximální pojezdová rychlost při dusání by měla být menší než 6km/h a dusaná vrstva by neměla být vyšší než 30cm.

TŘINÁCTÝ (2013) uvádí, že výši ztrát při kvašení píce ovlivňuje rychlost naskladňování a včasné vytvoření podmínek pro rychlý rozvoj mléčných bakterií. Při pomalém plnění silážního prostoru je píce vystavena přístupu kyslíku, který využívají

nežádoucí organismy, takže probíhají nežádoucí procesy, zejména již v první respirační fázi. Při dusání siláží je vzduch obsažený v silážované hmotě vytěsněn ven. To znamená snížení množství vzduchu a pokles aktivity aerobních mikroorganismů.

MAHANNA (2013) nedoporučuje přílišné dusání horní vrstvy siláže. Někteří zemědělci ještě několik hodin po skončení navážení hmoty. Není potřebné na této činnosti ztrácet čas, protože má velmi malý efekt na vyšší zhutnění spodních vrstev. Dlouhotrvající přejíždění povrchu může zapříčinit zvýšené znehodnocení povrchové vrstvy, protože dochází nadměrnému poškození buněk, ze kterých se uvolňují živiny a voda, které jsou živnou půdou pro nežádoucí aerobní organismy.

Graf č. 2: Vliv míry dusání na množství kvasinek, které postupně snižují pH siláže a způsobují její kažení (MAHANNA, 2013).



2.8.6 ZAKRYTÍ JÁMY

Důkladným dusáním se umožní současně nejen vytěsnění vzduchu, ale také uvolnění rostlinných enzymů a tím i zahájení kvasných procesů, které jsou enzymaticky podmíněny. Na tuto operaci musí navazovat rychlé a dokonalé zakrytí, neboť fermentační proces je procesem anaerobním (DOLEŽAL, 2011).

V poslední době se stále více uplatňuje dvouvrstevný i třívrstevný systém zakrývání. U dvouvrstevného systému se na udusanou hmotu položí mikroténová fólie a protože má opačný statický náboj, přilne k povrchu silážované hmoty. Na ni se pak pokládá silážní plachta. Mezi oběma fóliemi se vytvoří vzduchová izolační vrstva, která vyrovnává kolísání

teplot a zamezuje zvlhčování hmoty. U třívrstevného systému se ještě pokládá síťovina z umělé hmoty, která zabraňuje mechanickému poškození (TŘINÁCTÝ a kol., 2013).

První vrstvu tvoří tzv. podkladová fólie o tloušťce 40-50 mikrometrů. Tato fólie přilne k vrchní vrstvě siláže a vytvoří dokonalé uzavření prostředí, podobnému uzavření se dostává např. ve vacích (JUREK, 2002).

Podkladová fólie je následně překryta silnější dvojvrstevnou fólií (0,2mm silnou), popř. je dále zatížena panely, pneumatikami nebo pytli s šterkem. Ve vyspělých podnicích jsou dále používány ochranné sítě proti ptactvu, které může způsobit velké škody (DOLEŽAL, 2011).

LOUČKA (2011) připomíná, že je důležité, aby zakrytím plachtou vzniklou anaerobní prostředí, je tedy třeba věnovat pozornost důkladnému pokládání fólie. Doporučuje fólie s nižší propustností vzduchu, vhodné je také užití zátěžových pytlů položených na stranách plachty těsně jeden za druhým, především v blízkosti silážních stěn. Nejlepší zkušenosti jsou se zátěžovými pytli (Silobag, Gravelbag, Sandbag). Jejich struktura dobře zadržuje obsah, ale umožňuje odtok srážkové vody. Jde o pytle naplněné šterkem nebo oblázky, nedoporučuje se písek, neboť by za deště mohl být z pytle vyplaven a nasává vodu, což zvyšuje jeho hmotnost.

Aby byl zjištěn užitek vzduchotěsně uzavřené jámy, byly v jednom testu v praxi naplněny dvě průjezdné jámy stejnou hmotou silážívaného kukuřičného zrna a stejným postupem udusány. Přitom byla jedna jáma ponechána po naskladnění bez zakrytí, zatímco ta druhá byla odborně uzavřena spodní a hlavní fólií a ochrannou silážní sítí. Zjištěné ztráty, které byly zváženy, činily 20 % (ANONYM č. 1).

2.8.7 SKLADOVÁNÍ

S délkou skladování kukuřičného 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 kukuřičného zrna je vyšší než skladovatelnost těžce silážovatelných

pícnin. Kvalitní kukuřičnou siláž je možné skladovat s minimálními ztrátami celoročně (SKLÁDANKA, DOLEŽAL 2012).

KOLÁŘOVÁ (2014) udává, že doba skladování má pozitivní vliv na stravitelnost škrobu, siláž by proto neměla být zkrmována dříve než za 3-4 měsíce po naskladnění. Zatímco u škrobu má doba skladování pozitivní vliv, u stravitelnosti NDF je jen malá tendence zlepšení.

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. Vytvořením dostatečného množství kyseliny mléčné a vlivem snížení pH postupně ustupují i bakterie mléčného kvašení. V závislosti na fermentačním procesu může být stabilní fáze různě dlouhá (TŘINÁCTÝ a kol., 2013).

2.8.8 ODBĚR SILÁŽE

Při vybírání siláží platí určité zásady, které je třeba si uvědomit. Pokud po sejmutí krycí fólie vykazuje siláž smyslové změny, například hnilobné nebo plesnivění, je nutné tuto vrstvu odstranit. Siláž by měla být odebírána takovým způsobem, aby stěna po odběru zůstala kompaktní a docházelo k minimálnímu provzdušňování. Stěny by měly být kolmé a pro vybírání siláže by měly být použity speciálně konstruovaná vybírací zařízení (frézy, vykusovače), které odkrojením siláže zanechají povrch hladký, kompaktní a neporušený (ZIMOLKA a kol., 2008).

Otevřením sily kvůli odběru siláže dojde k provzdušňování a v důsledku toho k druhotné fermentaci. Velmi rychle se obnovují rozkladné procesy, nastává růst kvasinek a plísní. V důsledku oxidace dochází ke zvýšení hodnoty pH a tím ke ztrátě konzervačního účinku. Při odběru ze sily je třeba minimalizovat plochu odběru, zajistit hladkou plochu řezu, vyvarovat se vytrhávání siláže a meziskladování (TŘINÁCTÝ a kol., 2013).

Cílem fáze je zabezpečit aerobní stabilitu při otevření a zkrmování. Během této fáze může docházet k největším ztrátám sušiny, energie a organických látek, má-li vzduch masivní přístup k siláži. Zahřívání je doprovodným jevem po otevření (DOLEŽAL, 2006).

3 ZÁVĚR

Na základě dostupných materiálů a článků v různých odborných časopisech lze konstatovat, že silážované kukuřice jsou velmi diskutovaným a studovaným tématem. Existuje mnoho odborníků, kteří se touto problematikou zajímají a neustále zjišťují nové poznatky o zkvalitňování agrotechnických, technologických a biologických faktorech, které ovlivňují kvalitu konzervovaných krmiv. Mezi hlavní agrotechnické faktory, které ovlivňují kvalitu konzervovaných krmiv, patří stádium zralosti kukuřice v době sklizně. Většina autorů uváděla za nejvhodnější období sklizně ve fázi mléčně-voskové zralosti, kdy sušina dosahuje hodnot mezi 28-34%. Z technologických aspektů je důležitá délka řezanky, která by měla být v souladu se sušinou, většina autorů doporučovala délku kolem 10 mm při optimální sušině. Důležitým faktorem je narušení hmoty za pomoci různých metod (corn cracker, shredlage), jež má pozitivní vliv na stravitelnost škrobu a tím i na vyšší užitkovost dojníc.

V prostorech silážních žlabů by se měl dbát zřetel na dusání, kde by se rychlost navážení hmoty měla řídit schopnostmi dusacího zařízení. Výška navážené vrstvy by neměla přesahovat 30cm a udusaná hmota by měla dosahovat hodnot 250kg/m³. Na závěr by měla být siláž důkladně překryta silážními fóliemi, aby došlo k vytvoření stabilně anaerobního prostředí a byl podpořen fermentační proces. Právě na fermentační proces mají pozitivní vliv aditiva, přidávaná do siláže. Inokulace siláže příznivě podporuje fermentační proces a zlepšuje stravitelnost organické hmoty. Nejčastěji užívaná aditiva jsou bakteriálně založené přípravky obsahující bakterie mléčného kvašení často doprovázeny substráty (sacharidy). Bakterie mléčného kvašení obsažené v inokulantech mají také pozitivní vliv v souvislosti s produkcí antimikrobiálních látek.

Závěrem lze říci, že kvalita každé siláže se určuje již na poli. Vzhledem k důležitosti siláží v krmných dávkách je třeba dbát a dodržovat všechna technologická doporučení a uvědomit si, že krmivo vysoké kvality má příznivý vliv na zdraví zvířat a tím i na hospodářský výsledek podniku.

4 SEZNAM LITERATURY

ANONYM č.1, : <http://bioplyn.schaumann.cz/zvysovani-produkce/udusani-a-uzavreni/>

ČERMÁK, B. Marlow, England: Chalcombe, 1991, 88 s. ISBN 09-486-1722-5.

ČERMÁK, B., a kol., (2005). *Kvalita konzervovaných krmiv a jejich použití*. 1. vyd. V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 88 s. ISBN 80-704-0823-5. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 88 s. ISBN 80-704-0823-5.

DIVIŠ, J. (2010), *Pěstování rostlin*. 2. vyd. V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 260s. ISBN 978-80-7394-216-8.

DOLEŽAL, P, ŽALMANOVÁ V. a MACHAČOVÁ E. 2012. *Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat: hlavní a alternativní užitkové směry*. 1. vyd. Olomouc: Petr Baštan, 307 s. Metodiky pro zemědělskou praxi. ISBN 978-80-87091-33-3.

DOLEŽAL, P. (2011). Jak to vidím já:silážování. *Náš chov*. (3): s. 39-42. ISSN 0027-8068.

DOLEŽAL, P. 2006. *Konzervace, skladování a úpravy objemných krmiv: (přednášky)*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 247 s. ISBN 80-715-7993-9.

DOLEŽAL, P. 2010, *Konzervace, skladování a úpravy objemných krmiv*. 2., přeprac. vyd. V Brně: Mendelova univerzita, 248 s. ISBN 978-80-7375-441-9.

DOLEŽAL, P. a ZEMAN, L. (2011). Objemná krmiva a hlavní zásady pro zlepšení jejich kvality. *Krmivářství*. (2): s. 25-27. ISSN 1212-9992.

DOLEŽAL, P., DVOŘÁČEK, J. (2000): Aerobní stabilita siláží z krmivářského pohledu. *Krmivářství*. 1, s. 26-28. ISSN 1212-9992.

FUKSA, P. (2006), Výběr hybridů kukuřice v roce 2006, <http://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/osivo-a-sadba-1/vyber-hybridu-kukurice-v-roce-2006.html>.

FUKSA, P., HAKL, J., KOCOURKOVÁ, D., (2006): Produkční charakteristiky různě raných hybridů kukuřice. *Úroda*. 53, (3) s. 24-26.

HRABĚ, F a kol. (2004). *Trávy a jetelovino trávy v zemědělské praxi*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 247 s. ISBN 80-903-2751-6.

JAKOBE, P. a kol., *Konzervace krmiv*. 1. vyd. Praha: SZN, 1987, 262 s.

JAMBOR, V. (2001): Sekundární fermentace konzervovaných krmiv. *Krmivářství* č. 1, s. 30-31. ISSN 1212-9992.

JUREK, P.: Dokonalé zakrytí siláže, *Krmivářství*, 2002, roč. VI, č. 1, s. 39. ISSN 1212-9992.

KOLÁŘOVÁ, P. (2014), Optimum ve využitelnosti živin. *Kukuřičné listy* č. 4, s. 2-3.

KRAMER, E. Výroba objemných krmiv. *Náš chov*. 2010, č. 4, s. 56-57.

KUDRNA, Václav. 1998. *Produkce krmiv a výživa skotu*. Praha: Agrospoj, 361 s.

LÁD, František. (2006). *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, 99 s. ISBN 80-704-0885-5.

LAUER J.G., KOHN K., DIALLO T. (2010): Wisconsin corn hybrid performance trials grain and Silage. Available from: <http://corn.agronomy.wisc.edu/HT/2010/2010Text.aspx>.

LOUČKA R., KNÍŽKOVÁ I., KUNC P. (2011): Heterogenita vrchních vrstev siláže. *Krmivářství*, 6, s. 15-17. ISSN 1212-9992.

LOUČKA, R, TYROLOVÁ Y. (2015): Vliv dávky konzervačního prostředku na omezení aerobní degradace kukuřičné siláže. *Krmivářství*, 2, s. 16-19. ISSN 1212-9992.

LOUČKA, R. Vliv termínu sklizně kukuřice na obsah a stravitelnost živin. *Krmivářství*. 2009, roč. 8, č. 4, s. 29-31. ISSN 1212-9992.

LOUČKA, R., ŽALMANOVÁ V., MACHAČOVÁ E., (1997). *Aditiva používaná k silážování: (přednášky)*. Vyd. 1. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 50 s. Metodiky pro zemědělskou praxi. ISBN 80-861-5316-9.

MAHANNA, B., (2013), Nejnovější trendy silážování objemných krmiv ve Spojených státech amerických (přednáška), Hustopeče u Brna, 7. a 8. února 2013

MAHANNA, B, a ČERNÍK V. (2014), Kvasinky jako rizikový faktor siláží. *Náš chov: casopis pro zivcistou výrobu*. č. 3, s. 48-49.

MATHIES, E.: Das Siliermanagement bestimmt den Ergolg. *Ergolg im Stall (2/2002)*. s. 2-3.

MC DONALD P, HENDERSON A. R., HERON S. J. E., (1991). *The biochemistry of silage*. 2nd ed. Editor, 340s., ISBN: 0-948617-22-5.

MÍKA, V., HARAZIM, J., KALAČ, P., KOHOUTEK, A., KOMÁREK, P., PAVLU, V., POZDÍŠEK, J., (1997) *Kvalita píce*. Ústav zemědělských a potravinářských informací Praha, 227s.

MIKYSKA, F. (2011). Jak zvýšit kvalitu objemu. *Náš chov*. (3): s. 51-52. ISSN 0027-8068.

MUDŘÍK, Z., DOLEŽAL, P., KOUKAL, P., A KOL. (2006), *Základy moderní výživy skotu*, Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, s. 270, ISBN 80-213-1559-8.

P, Doležal a Dvořáček J. Aerobní stabilita siláží z krmivářského pohledu. *Krmivářství*. 2000, č. 1, s. 26-28. ISSN 1212-9992.

PETR, J a HÚSKA J. (1997) *Speciální produkce rostlinná*. 1. vyd. Praha: ČZU (Praha) - AF, 193 s. ISBN 80-213-0152-x.

PLEYER, P. (2014): kvalitní objemná krmiva – základ efektivity chovu skotu. *Náš chov*. 3, s. 50-51. ISSN 0027-8068.

POVOLNÝ, M., VACEK, E., SEDLÁČKOVÁ B., (2015), Výsledky zkoušek užitné hodnoty ze sklizně 2013, http://eagri.cz/public/web/file/398262/ZUH_kukurice_2014.pdf.

PROKEŠ, K. (2002), Volba hybridu kukuřice, *Krmivářství*, roč. IX, č. 5, s. 39-42. ISSN 1212-9992.

PRUGAR, J. (2008), Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 327 s., ISBN 978-80-86576-28-2.

PŘÍKRYL, J. (2005): Způsoby konzervace kukuřice, *Krmivářství*, roč. IX, č. 5, s. 39-42. ISSN 1212-9992.

RYTINA, L., (2005), Předcházet klostridiím v siláži, <http://naschov.cz/predchazet-klostridiim-v-silazi/>

SKALICKÝ, V. (2004), Zásady výroby kvalitní senáže. <http://mechanizaceweb.cz/zasady-vyroby-kvalitni-senaze/>

SKLÁDANKA, J., DOLEŽAL, P. (2012), Kukuřičné siláže http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/picvk/index.php?N=10&I=1.

ŠANTRŮČEK, J., (2001), *Základy pícninářství*. Vyd. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita, 139 s. ISBN 80-213-0764-1.

ŠPALDON, E. (1982), *Ratlinná výroba*. 1. vyd. Bratislava: Příroda, 627s.

ŠPIČKA, J. (2004), *Biochemie*, 1.vyd. Č. Budějovice: ZF JU, 150s. ISBN 80-7040-683-6.

ŠROLLER, J. (1997), *Speciální fytotechnika: rostlinná výroba*. 1. vyd. Praha: EKOPRESS, 205 s. ISBN 80-86119-04-1.

TŘINÁCTÝ, J. (2005), *Kvalita konzervovaných krmiv a jejich použití: sborník z mezinárodního semináře dne 2. listopadu 2005*, 1. vyd. Editor Bohuslav Čermák.

TŘINÁCTÝ, J. (2013), *Hodnocení krmiv pro dojnice*. Vyd. 1. Pohořelice: AgroDigest, 590 s. ISBN 978-80-260-2514-6.

TŘINÁCTÝ, J., ŠUSTALA, M., RICHTER, M., DOLEŽAL, P. (2000). Hodnocení obsahu NDF v krmných dávkách skotu. *Krmivářství*, č. 5, s. 41-43. ISSN 1212-9992.

TYROLOVÁ, Y. (2013), *Použití silážních přípravků při výrobě siláží*. AgroDigest s.r.o., s. 127-135. ISBN 978-80-260-2514-6.

WILKINSON, J. M. (2005), *Silage*. Lincoln: Chalcombe Publications, 254 s. ISBN 0948617500.

ZIMOLKA, J. (2008), *Kukuřice: hlavní a alternativní užitkové směry*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 200 s. ISBN 978-80-86726-31-1.

5 PŘÍLOHY



Obr. č. 1: Sklizeň kukuřice na siláž (foto František Chmelíček)



Obr. č. 2: Metoda shredlage (Mahanna, 2013)



Obr. č. 3: metoda Kernel star (Mahanna, 2013).



Obr. č. 4: Důkladné dusání povrchu (foto Miroslav Kozák)



Obr. č. 5: Aplikace chemického konzervantu pomocí postřikovače (foto Radko Loučka)



Obr. č. 6: Odběr siláže (Mahanna, 2013)



Obr. č. 7: Správně odebíraná siláž (foto Miroslav Kozák)