

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: Zootechnika

Studijní obor: Zootechnika

Katedra: Katedra zootechnických věd

Vedoucí katedry: prof. Ing. Václav Matoušek, CSc.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Analýza kvalitativních ukazatelů kukuřičné siláže

Autor diplomové práce:

Bc. Petr Brož

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. František Lád, CSc.

České Budějovice
2018

Prohlášení

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

V Milešově, 18. dubna 2018

.....

Bc. Petr Brož

Abstrakt

Živočišná výroba je v mnoha směrech progresivní obor, který se vyznačuje tím, že se v něm prolíná několik zdánlivě nesouvisejících odvětví. Jedním z nejdůležitějších je výživa a krmení hospodářských zvířat. S rozvojem pěstování kukuřice seté (*Zea mays*), a s potřebou její konzervace, bylo nutné vytvořit metodiku správného silážování. Ta pro praxi stanoví správné zásady pro výrobu kvalitních, nutričně hodnotných a zdravotně nezávadných siláží. Patří do ní již výběr optimálního hybridu, vhodná agrotechnická opatření při pěstování, sestavení funkční a efektivní silážní linky, výběr a aplikace aditiva, správné vrstvení a dusání hmoty a zodpovědné zacházení s hotovým krmivem, včetně sestavení krmné dávky.

Klíčová slova: Siláž, konzervace, výživa, silážní aditiva

Abstract

The Livestock production is in many ways a progressive discipline, which is characterized in that it blends several seemingly unrelated industries. One of the most important nutrition and feed livestock. With the development of the cultivation of maize (*Zea mays*), and the need for its preservation, it was necessary to develop a methodology proper ensiling. This practice establishes the correct principles for the production of high-quality, nutritional value and harmless silage. It already belongs to the selection of the optimal hybrid, suitable agronomic measures during cultivation, build a functional and efficient silage lines, selection and application of additives, proper layering and ramming masses and responsible handling of ready-made food, including a ration.

Key words: Silage, preservation, nutrition, silage additives

Poděkování

Rád bych poděkoval panu doc. Ing. Františku Ládovi, Csc. za ochotu a čas při vedení mé diplomové práce. Dále patří mé poděkování rodině, přátelům a kolegům, kteří mě podporovali v průběhu psaní samotné práce, ale i po celou dobu studia.

Obsah

1. Úvod a cíl práce	9
2. Literární přehled.....	10
2.1. Definice siláže.....	10
2.2. Konzervace krmiv	10
2.2.1 Způsoby konzervace:	11
2.2.2 Zásady pro vyskladňování.....	11
2.2.3 Zkrmování a hodnocení kukuřičné siláže	12
2.3 Technologické faktory ovlivňující silážní proces.....	14
2.3.2 Termín seče a vegetační fáze kukuřice	15
2.3.3 Kvalita řezanky	16
2.3.4 Obsah sušiny ve hmotě	17
2.3.5 Naskladnění a udusání.....	18
2.3.6 Celková doba skladování a způsob odběru siláže	19
2.3.7 Reziduální obsah sacharidů v siláži	20
2.3.8 Podíl nečistot.....	20
2.3.9 Požadavky na silážní linku.....	20
2.4 Biochemické procesy při silážování	21
2.4.1 Fáze – Aerobní	22
2.4.2 Fáze fermentační	23
2.4.3 Fáze stabilizační	23
2.4.4 Fáze po otevření a při zkrmování.....	24
2.5 Silážní aditiva.....	24
2.5.1 Chemická silážní aditiva	25
2.5.2 Biologická silážní aditiva.....	27
2.5.3 Kombinované biologicko-chemické silážní konzervanty	28
2.5.4 Ostatní silážní přísady	28
3. Materiál a metodika.....	30
4. Výsledky a diskuse.....	31
5. Závěr	41

6. Seznam literatury	42
7. Internetové zdroje.....	50
8. Seznam tabulek, grafů a obrázků	51
9. Přílohy	

1. Úvod a cíl práce

Kukuřice má v českém, ale i v evropském zemědělství svoji stabilní pozici. Doposud se využívá především jako zdroj krmiv. V ČR se více než 200 tis. ha využívá k výrobě kukuřičné siláže, která zaujímá v krmné dávce pozici hlavního zdroje energie. Živočišná výroba je v mnoha směrech progresivní obor, který se vyznačuje tím, že se v něm prolíná několik zdánlivě nesouvisejících odvětví. Jedním z nejdůležitějších je výživa a krmení hospodářských zvířat. Nejen sestavování a bilancování krmných dávek, ale též zajištění krmné základny je nutně se opakující, každoroční, náročná náplň práce managementu každého zemědělského podniku. Pokud chce chovatel dosahovat stálých a uspokojivých výsledků ve svém chovu, měl by v rámci chovatelských opatření zajistit krmení svých zvířat kvalitním a stabilním krmivem po celý rok.

Rychlý rozvoj pěstování kukuřice seté (*Zea mays*), a s potřebou její konzervace, bylo nutné vytvořit metodiku správného silážování. Ta pro praxi stanoví správné zásady pro výrobu kvalitních, nutričně hodnotných a zdravotně nezávadných siláží. Patří do ní již výběr optimálního hybridu, vhodná agrotechnická opatření při pěstování, sestavení funkční a efektivní silážní linky, výběr a aplikace aditiva, správné vrstvení a dusání hmoty a zodpovědné zacházení s hotovým krmivem, včetně sestavení krmné dávky.

Kromě dodržování základních technologických požadavků jsou důležitým faktorem úspěšné konzervace (primární fermentace) silážní aditiva. V poslední době se stala nezbytnou součástí výroby nejen bílkovinných, ale také sacharidových pícnin. Jsou tak pro zemědělce určitým předpokladem pro kvalitní siláže. Některé inokulanty jsou svým složením zaměřené i na posílení sekundární stability siláží.

Zvýšená pozornost musí být rovněž věnována strategii používání aditiv nejen k posílení pozitivní fermentace, ale i zlepšení aerobní stability siláží

Cílem práce bylo zmapovat výrobu kukuřičných siláží v anonymních podnicích na základě rozborů, které poskytla laboratoř zabývající se hodnocením krmiv. Vzorok, celkem jich bylo přes 900, byly tříděny podle toho, zda byl při silážování použit konzervant, nebo ne a podle roku sklizně. Pokud byla použita aditiva, jednalo se o produkty biologického charakteru na bázi bakterií mléčného kvašení různých značek a výrobců.

2. Literární přehled

2.1 Definice siláže

Siláž je konzervované objemné krmivo vzniklé silážním procesem. Jedná se o zachování vlhkých píce za anaerobních podmínek, které vedou ke zvýšení obsahu živin. V důsledku toho se sníží pH a vlhká píce je zakonzervována. Tato technika je bezpečná a má snadné využití; neznečišťuje životní prostředí a produkty jsou považovány za přírodní. Jde o konzervaci kyselinotvorným, především mléčným kvašením, nebo přidávkem látek, které inhibují veškerou nežádoucí bakteriální činnost (Loučka, 1998; Filya et al., 2000).

Základem silážování je přeměna rostlinných sacharidů pomocí bakterií mléčného kvašení na kyselinu mléčnou (Mathies, 2002).

2.2 Konzervace krmiv

Konzervační proces silážování je znám již po několik tisíciletí. Počátky konzervace krmiv se datují až do dob starého zákona. Na freskách ze starověkého Egypta (cca 1500 let př. n. l.) je znázorněn celý postup sklizně krmné plodiny. Posečení, doprava prostřednictvím soumarů nebo lidské síly a následné ukládání do kamenného sila. Během staletí byl technologický princip a mechanismus postupně objeven a poznáván. Cílený výzkum a vývoj této oblasti dospěl až k dnešnímu stavu, kdy na základě znalostí všech faktorů, principů a zákonitostí vstupujeme do procesu silážování a dokážeme ho usměrnit požadovaným směrem (Mitrík, 2007; Doležal et al., 2012).

Siláže, senáže a seno, představují základ krmných dávek všech kategorií skotu, zejména však vysokoprodukčních dojníc. Jejich opodstatnění je zřejmé i v současných, rozvíjejících se podmínkách hospodaření. Z hlediska nutričního, dietetického a též ekonomického je nezbytné zajistit vysokou kvalitu těchto krmiv. Kvalitativní znaky jsou vysoká nutriční hodnota, dobrá stravitelnost, dostatečná koncentrace energie a v neposlední řadě musí tato krmiva vyhovovat mikrobiálně hygienickým požadavkům (Zeman et al., 2006).

Hlavní způsoby konzervace krmiv se od sebe navzájem liší principem konzervačního účinku, obsahem sušiny konzervovaného krmiva, strukturou, technologickými požadavky, ale také podmínkami skladování a energetickou náročností (Doležal et al., 2012). Silážované pícniny jsou stále častěji využívány vzhledem k jejich potenciálně nižším nákladů a udržení nutričních vlastností (Walsh et al., 2008).

2.2.1 Způsoby konzervace:

- dehydratace – sušení, spočívá v odstranění vegetační vody. Vegetační voda je živnou půdou pro mikroorganismy, pokud je odstraněna, nemohou mikroorganismy vyvíjet činnost, rozmnožovat se a je omezena i činnost jejich enzymů,
- rychlé vytvoření anaerobních podmínek za současného snížení hodnot pH. To se děje vlivem vytváření organických kyselin, které vznikají ve hmotě fermentací rostlinných sacharidů. Současně je zastavena respirace a omezena proteolýza bílkovin. Tento proces nazýváme silážování,
- při konzervaci je nutné znemožnit aktivitu biochemických a enzymatických systémů nejen u vlastní konzervované rostliny, ale i u epifytní mikroflóry, která výrazně ovlivňuje složení následné mikroflóry siláže (Doležal et al., 2012).

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 – *lactic acid bacteria*) patří mezi epifytní mikroflóru, které jsou ale zastoupeny na silážované hmotě v minoritním množství. Pro úspěšný průběh silážování kukuřice je rozhodující nejen dostatečné množství mléčných bakterií, ale také stanovení správného termínu sklizně a obsah sušiny (Třináctý et al., 2013).

2.2.2 Zásady pro vyskladňování

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. Dochází k vzestupu hodnoty pH siláže a tím ke ztrátě konzervačního účinku kyselého prostředí. Při odběru krmiva je třeba omezit působení vzduchu, především tedy minimalizovat plochu odebírané hmoty. Plocha řezu musí být hladká, je třeba se vyvarovat vytrhávání hmoty a tím jejímu načechrání. Mělo by být odebíráno jen potřebné denní množství siláže, meziskladování je nevhodné (Třináctý et al., 2013). Hloubka denně odebírané vrstvy siláže by neměla být menší než 30 cm (Jakobe et al., 1987). Rychlost a rozsah změn vlivem sekundární fermentace závisí mimo jiné na také na okolní teplotě. K největším ztrátám dochází při teplotách nad 30 °C, při kterých jsou mikrobiální procesy nejintenzivnější (Skládanka et al., 2011).

2.2.3 Zkrmování a hodnocení kukuřičné siláže

Zcela jistě nejlepším znakem kvalitní siláže je následná efektivní produkce mléka a dobré přírůstky živé váhy krmených zvířat. Protože však produkční užitkovost hospodářských zvířat je výsledkem mnoha dalších faktorů, je třeba kvalitu siláže hodnotit pomocí buď organoleptických, nebo lépe s použitím rutinních laboratorních testů (Rada a Vlková, 2010). Nutriční hodnocení kukuřice pro krmení dojníc se provádí v rámci akademických a komerčních agronomických přímých testování výkonnosti kukuřičného hybridu na pokusných poličkách a poté během procesu výpočtu krmných dávek pro následné krmení. Na univerzitě ve Wisconsinu byl vyvinut systém MILK 2006 pro siláže celé rostliny kukuřice. Tyto laboratorní analýzy zahrnují sušinu, protein, neutrálně detergentní vlákninu (NDF), obsah škrobu a bachorovou *in vitro* stravitelnost NDF. Index kvality, produkce mléka na tunu sušiny, se vypočítá podle energetických hodnot odhadnutých pomocí souhrnných energetických rovnic, kombinovaných s odhady příjmu sušiny, které vychází z obsahu NDF a *in vitro* stravitelné NDF. V ČR se v současnosti využívá systém NORMA 2004. Hodnocení siláží podle tohoto systému vychází z obsahu sušiny, vybraných živin (vlákniny a dusíkatých látek) a výsledku fermentačního procesu (smyslové posouzení, stupeň proteolýzy a obsah kyseliny máselné). Na základě výsledků laboratorního rozboru může získat siláž maximálně 100 bodů, z toho za sušinu 20 bodů, za vlákninu 30 bodů, za dusíkaté látky 20 bodů a za fermentační proces 30 bodů. Při nedodržení kvalitativních ukazatelů jsou pak podle tabulkových

hodnot prováděny srážky v bodech. Systém bodového hodnocení krmiva se také dá uplatnit i při finančním ohodnocení krmiv (Třináctý et al., 2013).

Výskyt plísní v kukuřičné siláži lze považovat za indikátor technologických nedostatků při výrobě, skladování nebo odebrání tohoto krmiva. Plísně, popřípadě jejich toxiny (mykotoxiny), představují nejčastější riziko vzniku dietetických poruch u dojnic, včetně negativních dopadů na kvalitu mléka (Třináctý et al., 2013). Patogenní huby napadají rostlinná pletiva již v průběhu vegetace. V této souvislosti hovoříme o primární kontaminaci. Z primárních kontaminantů se v pícech uplatňují především patogenní druhy z rodu *Fusarium*. Při konzervaci krmiv může docházet k následné infekci, rozvoji patogenních hub a produkci mykotoxinů, a to po celé období od přípravy, naskladnění silážní hmoty, při vlastním technologickém postupu konzervace, ale i při otevření siláží pro krmné účely. V tomto případě hovoříme o sekundární kontaminaci, na které se podílí především rody *Penicillium* a *Aspergillus*. V průběhu silážování na produkci mykotoxinů a jejich druhovém složení má význam především přítomnost kyslíku. V krmivech rostlinné proveniencie jsou nejčastěji diagnostikovány toxikogenní houby z rodu *Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Ceratocystis*, *Fusicoccum*, *Helminthosporium*, *Rhynchosporium* a *Stachybotrys*. Mezi nejfrekventovanější mykotoxiny v pícech a konzervovaných krmivech patří aflatoxiny, fumonisiny, ochratoxin A, paulin, roquefortin C, zearalenon a mykotoxiny patřící do skupiny trichothecenů (DON a T-2 toxin). V našich podmínkách jako nejfrekventovanější mykotoxiny byly zachyceny DON, T-2 toxin, zearalenon, fumonisiny, případně aflatoxiny, jako kontaminanty vzniklé již před konzervačním procesem (Doležal et al., 2012). Mykotoxikózy jsou intoxikace zvířat způsobené sekundárními metabolity toxinogenních druhů plísní – mykotoxiny. Kontaminovaná krmiva jsou jen v lepším případě podmíněně zkrmitelná, častěji však nezkrmitelná. Přežvýkavci mají díky větší pufrovací schopnosti a aktivitě bachorové mikroflóry určitou schopnost redukovat, a tím i tolerovat vyšší hladiny mykotoxinů, zejména zearalenonu a ochratoxinu. Bachorové mikroorganismy mohou částečně metabolizovat (degradovat) tyto toxiny na neškodné netoxické metabolity. Mykotoxiny u přežvýkavců snižují v bachoru produkci těkavých mastných kyselin, negativně ovlivňují produkci mléka, konverzi krmiv a vlivem poruchy metabolismu inhibují i proteosyntézu, metabolismus lipidů a zvyšují aborty u plemenic. Při zkrmování plesnivých krmiv je patrný negativní efekt

zejména na oslabení imunitního systému, onemocnění pohybového aparátu a také zhoršeném využití živin (Zimolka et al., 2008).

Kukuřičná siláž je nejvýznamnější sacharidové krmivo, které sehrává důležitou stabilizační úlohu v krmné dávce skotu, neboť často tvoří až 50% podíl sušiny krmné dávky. Obvyklé množství kukuřičné siláže v krmných dávkách dojnic se pohybuje zpravidla v množství 15 kg. Kukuřičné siláže představují nejlevnější energetické objemné krmivo pro krmení přežvýkavců, ve srovnání s ekonomicky náročnějším systémem výroby např. GPS (Ganz Pflanzen Schrott) obilovin nebo krmných okopanin. Kvalitní kukuřičná siláž o sušině 28 – 35 % může být významným zdrojem živin v krmné dávce dojnic až na produkci 15 – 20 kg FCM při současném příznivém ovlivnění příjmu sušiny. Podmínkou je ale jejich vysoká nutriční hodnota (Třináctý et al., 2013).

2.3 Technologické faktory ovlivňující silážní proces

Vzhledem ke zvyšujícímu se zastoupení siláží v krmných dávkách skotu, je nezbytné věnovat zvýšenou pozornost dodržování technologických zásad při jejich výrobě, resp. více využívat dosud existujících rezerv ke zvýšení kvality krmiv (Zeman, 2003). Pro úspěch silážování je rozhodující silážovatelnost krmiva, dodržení správného postupu silážování a také výběr správného konzervačního prostředku (Mathies, 2002).

Pro zlepšení stávajícího stavu silážování kukuřice je vhodné přihlídnout k několika následujícím slabým místům při sklizni a konzervaci:

- Pozdní termín sklizně (nejen z důvodu špatného počasí)
- Vysoký stupeň znečištění konzervované píče
- Špatné dusání a nedostatečné zakrytí silážované hmoty
- Často méně vhodná strategie při aplikaci silážních aditiv
- Péče o uskladnění siláží a vlastní způsob odběru
- Způsob aplikace kukuřičných siláží do krmných dávek zvířat.

2. 3. 1 Volba hybridu a výrobní oblasti na silážovatelnost kukuřice

O výši výnosu rozhoduje také velkou měrou zvolený hybrid. Neplatí již dřívější doporučení, že kukuřice je nejvhodnější krmnou plodinou pro nížinné oblasti, neboť díky široké nabídce velkého počtu hybridů i s nižšími čísly FAO (200-300) a s ohledem i ke strukturálním změnám v chovu skotu, stává produkčně nejdůležitější výrobní oblastí pěstování silážní kukuřice vedle řepařské oblasti, hlavně oblast bramborářská. Silážní kukuřice se tak stěhuje za svými konzumenty do vyšších poloh, včetně podhorských.

Rozdělení kritérií pro výběr hybridů (Prokeš, 2002):

Hlediska agronomická

- agroekologické podmínky, v nichž bude kukuřice pěstována
- výnos silážní hmoty z jednotky plochy
- výnos celkové sušiny z jednotky plochy
- cena osiva

Hlediska krmivářská

- výnos suchých palic z jednotky plochy
- výnos energie z jednotky plochy a koncentrace energie v 1 kg sušiny
- stravitelnost organické hmoty
- užitkovost stáda, kterému je siláž zkrmována.

2. 3. 2 Termín seče a vegetační fáze kukuřice

Při posuzování kukuřičné siláže je základním hodnotícím znakem její výživná hodnota, která závisí na vegetační fázi a sušině celé rostliny. Podíl palic z celých rostlin je do jisté míry ukazatelem vegetačního vývoje porostu. Mezi uvedenými základními ukazateli mohou být určité odchylky, způsobené stanovištěm, počasím,

hybridem apod. Kukuřice z vlhčího pozemku má ve stejné fenofázi menší obsah sušiny, a tím i nižší energetickou hodnotu, než kukuřice ze suššího stanoviště (Loučka a Tyrolová, 2013).

Hodnoty obou porostů jsou do značné míry porovnatelné, protože s nárůstem sušiny se postupně mění i její vnitřní skladba. Na rozdíl od jiných krmných plodin klesá u kukuřice s nárůstem sušin relativně podíl vlákniny a popela. Je to dáno vývojem a zráním palice, která kompenzuje vyšší obsah vlákniny a popela ve stéble a v listech. Mladý porost kukuřice v období mléčné zralosti se podstatně liší skladbou živin od kukuřice v mléčně voskové zralosti. Zvýšený obsah dusíkatých látek naznačuje, že tato hmota je obtížněji silážovatelná. Z výživářského hlediska nás zajímá vegetační fáze, při které se získá optimální obsah živin. Nárůst energetické hodnoty pokračuje do stadia plné mléčně voskové zralosti, kdy již zraje palice. Sušina celé palice je vyšší než 40 % a na hmotnosti sušiny celé rostliny se podílí více než 40 %. Teprve tehdy, když podíl sušiny palice překročí tuto hranici, se získává u porostů silážní kukuřice nejvyšší podíl sušiny (Jakobe et al., 1987).

Pro správnou konzervaci je důležitý optimální termín sklizně a to z pohledu průběhu fermentačního procesu, stability siláže a také celkové výživné hodnoty.

Podle řady autorů (Doležal a Zeman, 2002; ŠUK et al., 1998) musí být ve správném termínu zabezpečena:

- vysoká stravitelnost zbytku rostliny,
- maximální podíl vyzrálých a mikrobiálně zdravých zrn,
- fyziologické dozrání zrna bez napadení fuzariózou,
- prodloužení optimálního stadia s příznivým obsahem sušiny.

2. 3. 3. Kvalita řezanky

Nejčastěji diskutovanou otázkou je u silážní kukuřice optimální délka řezanky, respektive úroveň narušení zrna. Délka řezanky je zvláště důležitá u kukuřice s vyšším obsahem sušiny a vyšším stupněm zralosti zrna. S rostoucím obsahem sušiny

se klade větší požadavek na kratší řezanku, respektive dodatečné narušení zrna, které jinak prochází zaživacím traktem s minimálním nutričním efektem (Doležal, 2006).

Požezání na krátkou řezanku je opatřením k urychlení rozvoje mléčných bakterií, snižuje se proces prodýchání během kterého dochází ke ztrátám živin. Současně se snížením intenzity procesů dýchání v píci se urychlují kvasné procesy. Požezáním se naruší větší počet buněk, rychleji se uvolňují živiny, které jsou k dispozici pro kvasnou mikroflóru (Kopřiva et al., 1992).

Z dřívějších prací je známo, že vlivem krátké řezanky se významně mění i poměry těkavých mastných kyselin (TMK) v silážích i v bacheru zvířat. Kukuřičné siláže s krátkou řezankou se vyznačují vždy rychlejším a intenzivnějším průběhem fermentace a jsou i více aerobně stabilnější. Všeobecně platí zásada, že čím je vyšší sušina silážované kukuřice a ostatních plodin, tím kratší musí být délka řezanky (Šuk et al., 1998).

2. 3. 4 Obsah sušiny ve hmotě

Obsah sušiny ovlivňuje vedle kvality fermentačního procesu také rozdílnou úroveň ztrát energie. Při nižší sušině a horší kvalitě fermentace dochází také k vyšším ztrátám NEL. Obsah sušiny je vedle hodnoty pH jedním z hlavních měřítek posuzování jistoty antimikrobiální aktivity (Zeman, 2003).

Při nízké sušině silážované hmoty a dostatečném množství sacharidů převládá heterofermentativní kvašení. V siláži zpravidla vedle kyseliny mléčné je vysokým procentem zastoupena kyselina octová, která může i převládat. Je-li sacharidů nedostatek, potom u siláží o nízké sušině často převládá kyselina máselná, pokud se nepoužil účinný konzervační přípravek (Kopřiva et al., 1992).

Nízký obsah sušiny může být upraven přidáním slámy nebo jiného absorbentu. Sláma musí být ječná nebo pšeničná, nezaplísňená a krátce požezaná. Přidává se během naskladňování silážní kukuřice po tenkých vrstvách. Sláma se s kukuřicí částečně promíchá při manipulaci v silážním žlabu, zejména při rozrovnávání a dusání. Sláma je však těžko silážovatelná a proto nelze volit libovolný poměr směsi. Nelze také opomenout, že sláma, i když je prostoupená silážními šťávami z kukuřice, ideálně neprokvásí, proto se nesmí ukládat ve velkých vrstvách, aby při zkrmování

neovlivňovala chutnost krmiva. Jestliže dojde alespoň k částečnému promíchání kukuřice a slámy, může se sláma přidávat v množství až do 8 % z celkové hmotnosti silážované hmoty. V praxi se doporučuje dávka 5 % slámy, tímto přídavkem se zvýší sušina směsi o 2 – 3 %.

Zvýšení sušiny směsi se projeví v lepší kvalitě siláže, zvýší se obsah kyseliny mléčné a klesne obsah kyseliny octové a máselné. Siláž bude méně podléhat sekundární fermentaci než siláž připravená bez nasávací hmoty. Sníží se ztráty odtokem silážních šťáv (Jakobe et al., 1987).

2. 3. 5. Naskladnění a udusání

Jakmile se silážovaná píce rozřeže, naláme, rozdrťí nebo jiným způsobem rozmělní, začínají na uvolněný obsah poškozených buněk působit rostlinné a mikrobiální enzymy. Čím rychleji se v píci s porušenou strukturou vytvoří anaerobní prostředí, tím více se omezuje aktivita rostlinných proteáz a rozvoj některých nežádoucích mikroorganismů. Zkracuje se období proteolytických a respiračních biochemických reakcí, což je pro fermentační proces příznivé (Kudrna et al., 1998). Při pomalém plnění silážního prostoru je píce vystavena přístupu kyslíku, který využívají nežádoucí mikroorganismy, takže probíhají procesy jako u zapařené píce (Jakobe et al., 1987).

Dusání silážované hmoty se provádí těžkými kolovými traktory. Pásové nejsou vhodné pro nízký měrný tlak na jednotku plochy. Platí podmínka, že čím je vyšší sušina silážované hmoty, o to intenzivněji se musí dusat. Po celou dobu naskladňování se nepřetržitě dusá. Ukazatelem nedostatečného dusání, zejména píce o vyšší sušině, je silné zvýšení teplot a nízká měrná hmotnost siláží (Kopřiva et al., 1992).

Naskladněná hmota se musí ihned přikrýt fólií. Vznikne-li v ní, před nebo po jejím rozprostření na silážovanou hmotu, otvor, musí se dokonale utěsnit. Dokonale se musí utěsnit a zatížit i všechny spoje a okraje fólií. Dlouhodobé zajištění dokonalé izolace od vnějšího prostředí je požadavek, jehož splnění bývá v praxi podceňováno. Silážní plachta by měla být zatížena po celém povrchu (Kudrna et al., 1998).

2. 3. 6 Celková doba skladování a způsob odběru siláže

Dusání a doba skladování mají přímý dopad na celkový obsah kvasinek a plísní v siláži. Skladování po dobu minimálně šesti až osmi týdnů zajistí, že dojde ke snížení počtu kvasinek a plísní tzv. samočištěním. Po ukončení fáze zrání siláže je dosažena i stabilita siláže (Mathies, 2002).

Stabilní fáze fermentačního procesu je doba od ukončení fermentační fáze konzervovaného krmiva až do doby, kdy je silážní prostor otevřen a siláž je vystavena povětrnostním podmínkám. Dle úspěšnosti fermentačního procesu může být stabilní fáze různě dlouhá. Schopnost krmiva být stabilní nazýváme skladovatelnost. Je-li silo řádně utěsněné, dochází v této fázi jen k minimální mikrobiologické aktivitě (Jambor, 2001).

Vybírání siláží ze sila, jejich úpravy, odvoz a předkládání zvířatům ke krmení musí respektovat určité požadavky. Aby se vyloučil negativní vliv aerobní degradace siláží, musí být zajištěn jejich denní odběr nejméně do hloubky 20 cm v celém odkrytém profilu vybíraného krmiva ve skladovacím prostoru. Povrchová stěna krmí musí zůstat po ukončení vybírání relativně rovný, hladký a nezkyprřený (Šuk et al., 1998; Zimolka et al., 2008).

Aerobní fermentaci siláže, označovanou jako sekundární fermentace či spontánní samozáhřev, způsobují kvasinky, bakterie a plísně. Nejvíce se na tomto procesu podílejí kvasinky. Ty jsou velmi acidogenně tolerantní, snášejí velký rozsah teploty (od 8 do 35 °C) a dlouhou dobu přežívají v silážní hmotě. Za vhodných podmínek – to je při dostatku kyslíku, vody a teplotě prostředí v rozsahu asi 12 až 35 °C, dochází k explozivnímu množení kvasinek a rychlému narušení konzervovaného krmiva. Kvasinky s velkou intenzitou metabolizují kyselinu mléčnou a rozpustné zbytkové sacharidy. Z těchto energetických zdrojů produkují teplo, oxid uhličitý a vodu. Konzervovaná píče ztrácí energetickou a dietetickou hodnotu, snižuje se množství sušiny (Illek, 2004).

Vedle zvýšení hodnoty pH dochází také ke zvyšování ztrát až o 15 - 20 % při současném snížení nutriční hodnoty siláže. Zvýšením teploty o 10 °C nad 20 °C přestávají ztráty aerobním rozkladem siláže celkem 1,7 % sušiny denně. Kvasinky

samotné jsou zpravidla resistantní na vysokou teplotu do výše cca 40 °C (ZEMAN, 2002).

2.3.7 Reziduální obsah sacharidů v siláži

Zvýšení teploty silážní hmoty při odběru z uskladňovacích prostor poukazuje na nástup aerobního rozkladu. Vzrůst teploty způsobují kvasinky a bakterií svým aerobním metabolismem, při kterém dochází ke spotřebě zbytkových sacharidů, organických kyselin a vzniká oxid uhličitý, voda, teplo (Spoelstra et al., 1998).

Obsah ve vodě rozpustných sacharidů je závislý na plodině, počasí, stadiu zralosti porostu (zde je prokazatelná pozitivní korelace), obsahu sušiny, úrovni dusíkatého hnojení (podporuje růst, ale snižuje obsah sacharidů), světelném režimu (omezením světla se obsah sacharidů snižuje) (Henderson et al., 1987).

Při vysokých zbytkových hladinách těchto sacharidů v siláži se aerobní stabilita siláží snižuje, neboť je prokázáno, že v přítomnosti ve vodě rozpustných sacharidů probíhá množení plísní rychleji, než v přítomnosti organických kyselin (Pitt et al., 1991).

2.3.8 Podíl nečistot

Při sběru píce je velice důležitou podmínkou zamezit jejich kontaminaci zeminou (zejména při sběru za nepříznivého počasí se toto riziko zvyšuje), nečistotami, mazacími oleji, pohonnými hmotami apod. Podíl nečistot v sušině by měl činit méně než 3 %, neboť se znečištěným krmivem se do sila dostávají především klostridie, které jsou zodpovědné za chybné kvašení a zápach (Mathies, 2002).

2.3.9 Požadavky na silážní linku

Přehled strojů pro mechanizovanou sklizeň kukuřice

- Sklízecí rezačky
- Dopravní prostředky

- Stroje pro rozprostření a udusání hmoty
- Stroje pro lisování silážní hmoty do vaků
- Silážní prostory a jímky na silážní tekutiny (Loučka a Tyrolová, 2013; Fríd, 2015; Heřmánek a Skokanová, 2001).

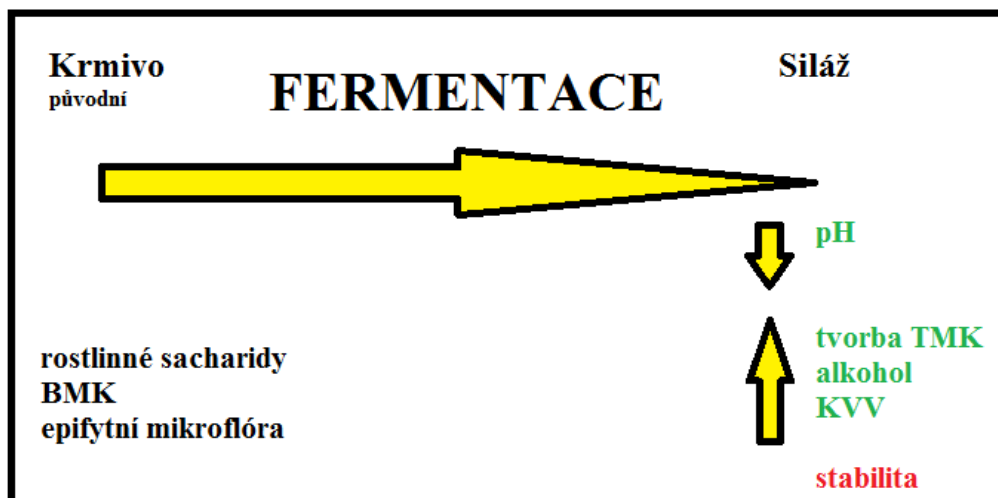
2.4 Biochemické procesy při silážování

Fermentační proces probíhá s rozdílnou mikrobiální intenzitou v závislosti na obsahu a složení sušiny, zejména na obsahu vodorozpustných sacharidů, intenzitě dusání, okolní teplotě, délce řezanky a přidavku silážního aditiva. Fermentační proces je rozdělen do čtyř fází, které na sebe navzájem bez výrazných přechodů navazují:

1. aerobní fáze
2. hlavní fermentační fáze
3. stabilizační fáze
4. fáze zkrmování

V jednotlivých fázích kvašení se postupně mění i existenční podmínky pro jednotlivé skupiny mikroorganismů, které se různě přizpůsobují nebo zanikají v důsledku tvorby fermentačních produktů (Doležal et al., 2012). Kukuřičná siláž vzniká fermentací vodorozpustných sacharidů obsažených v silážní biomase kukuřice za anaerobních podmínek. Fermentačním procesem dochází ke vzniku organických kyselin, zejména kyseliny mléčné a octové. Současně vzniká i minoritní množství alkoholu. Fermentací sacharidů a produkcí kyseliny mléčné dochází již na začátku fermentace ke snížení hodnoty pH, která se pohybuje u kukuřičných siláží v rozmezí 3,7 – 4,4.

Obr. č. 1: Schéma fermentačního procesu dle Zimolka et al. (2008):



2.4.1 Fáze – Aerobní

Aerobní fáze začíná po posečení a končí po udusání a zakrytí silážního prostoru. Od začátku probíhá hydrolytický rozklad vodorozpustných sacharidů a proteolýza. Spotřebovává se O_2 , vzniká CO_2 , H_2O , a teplo. Teplota nad $30\text{ }^\circ\text{C}$ způsobuje nutriční ztráty, nad $40\text{ }^\circ\text{C}$ nevratné změny bílkovin, dochází ke ztrátám energie.



Vytváření anaerobního prostředí způsobuje zánik aerobních mikroorganismů, současně je nutný rychlý pokles pH ($6,0 - 6,6 \rightarrow 5,5 - 5,0$), jinak hrozí rozvoj klostridií, enterobakterií a dalších nežádoucích mikroorganismů (Doležal et al., 2012). Výroba siláže zahrnuje složitý biochemický proces, kde je kyslík (O_2) rychle spotřebován v rámci uzavřeného prostředí, což vede k fermentaci a stabilnímu uschování biomasy (Sun et al., 2015). Dále dochází již k částečné fermentaci za vzniku kyseliny mravenčí, octové a mléčné. Řízenou fermentací bakterií mléčného kvašení, při použití inokulantů, dojde ke snížení pH pod hodnotu 5,0 již v této fázi, tím jsou inhibovány nežádoucí mikroorganismy, například enterobakterie. Doba aerobní fáze je určena důkladným udusáním a zamezením dalšího přístupu vzduchu, ale i při důkladném udusání je ve hmotě určité množství vzduchu, to souvisí s vyšší sušinou, případně s větší délkou řezanky. Enzymy (amylázy, hemicelulázy) se uvolní mechanickým narušením rostlinných pletiv a rozkladem polysacharidů na jednodušší sacharidy podporují fermentaci. Dobíhající dýchání, odumírání rostlinných buněk a

tvorba oxidu uhličitého snižuje koncentraci kyslíku ve hmotě, až do úplného spotřebování. Doba trvání aerobní fáze je různě dlouhá, ale je nutné, aby byla co nejkratší (Doležal et al., 2012).

2.4.2 Fáze fermentační

Tento proces je založen na principu zachování anaerobních podmínek a podpoře růstu bakterií mléčného kvašení (Richard et al., 2007). Hlavní fermentační fáze bezprostředně navazuje na aerobní fázi. Nastává silné pomnožení populace bakterií mléčného kvašení, hlavně pomale rostoucích a citlivějších kmenů (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*). Počátek intenzivní tvorby kyseliny mléčné a rychlé tvoření anaerobiózy. Pokles hodnoty pH pod 5.0, respektive až na hodnotu 4.2, způsobí zánik klostridiálních enzymů. Dále dochází k rozpadu buněk, zpřístupnění buněčného obsahu a tím k uvolnění rostlinných enzymů pro štěpení sacharidů a rozklad bílkovin. Při nižší sušině hmoty dojde k uvolnění šťávy a redukci nežádoucí konkurenční mikroflóry (enterobakterie, kvasinky, plísně, klostridie).

Bakterie mléčného kvašení, pomnožené až na hodnoty více jak 1 mil. cfu.g-1 hmoty, nahrazují aktivitu původní epifytní mikroflóry, přítomných na rostlinách s intenzivní produkcí kyseliny mléčné, octové (Doležal et al., 2012). Přirozená fermentace, která je těmito bakteriemi podporována, snižuje pH na úroveň, při které je růst nežádoucích mikroorganismů (včetně plísní) inhibován (Richard et al., 2007). Tímto se zkracuje doba fermentačního procesu, ta trvá 1 – 3 týdny (10 až 30 dnů). Po ukončení fermentace se hodnota pH pohybuje okolo 4,0 – 4,2 a bakterie mléčného kvašení postupně zanikají. Je vytvořeno stabilní kyselé prostředí s nízkým pH a vysokou koncentrací konzervující kyseliny mléčné, což inhibuje růst nežádoucí mikroflóry (Doležal et al., 2012).

2.4.3 Fáze stabilizační

Porušení správných postupů silážování může vést k rozvoji nežádoucích organismů (houby rodu *Aspergillus*, *Penicillium* a *Fusarium*) a snížení nutriční hodnoty krmiva (Keller et al., 2013; Cheli et al., 2013). Cílem v této fázi je zajistit stabilitu silážní

hmoty. Postupně dochází ke zpomalení procesů štěpení hemicelulózy a enzymatického uvolnění zbytkových sacharidů k dokvašení, a k zpomalení poklesu pH. I při takto nízkém pH, vzhledem k přítomnosti reziduálního vzduchu, mohou ve hmotě přežívat kvasinky a plísně, které následně poškodí kvalitu siláže, je proto nezbytné zabránit mikrobiální respiraci a infiltraci kyslíku a srážkové vody do silážního prostoru dokonalým uzavřením. Doba zrání siláže, pokud dojde k inhibici, se prodlužuje na 7-8 týdnů, pokud použijeme inokulanty, lze ji zkrátit na 3 – 5 týdnů (Doležal et al., 2012). Kukuřičná siláž je hlavním zdrojem vlákniny v krmivu pro dojnice v Evropě a ve Spojených státech, ale její aerobní nestabilita by mohla snížit nutriční hodnotu (Wilkinson a Davies, 2013).

2.4.4 Fáze po otevření a při zkrmování

Při masivním přístupu vzduchu do hmoty, dochází ke ztrátám sušiny, organických živin a energie. Oxidací rozpustných živin vzniká CO₂, H₂O a teplo. Zahřívání siláže po otevření je znakem nízké stability a vysoké mikrobiální aktivity. Pomnožené aerobní mikroorganismy tvoří toxiny, dochází k degradaci a k snížení stravitelnosti organických živin. Proto je nutno odkrývat vždy jen takové množství siláže, které se tentýž den odebere (Doležal et al., 2012; Skládanka et al., 2011).

2.5 Silážní aditiva

Zásadní významem při výrobě siláží je třeba udělat vše pro to, aby došlo k co nejrychlejšímu vytvoření vhodných podmínek pro namnožení bakterií mléčného kvašení a tedy i dosažení dostatečně nízkého pH pro zdárné uchování píce. Pro podpoření tohoto procesu je možné použít vhodné konzervanty. Mnohdy se zdají být přípravky (u lehce silážovatelných pícnin) zbytečné. Důvodem, proč je vhodné konzervant použít, je rychlejší kvasný proces a uchování více živin v silážované hmotě (Tyrolová, 2006; Muck, 2000).

2.5.1 Chemická silážní aditiva

Tyto konzervační přípravky se mohou použít jednak u obtížně silážovatelných píceň v případech, kdy z různých důvodů (při nenadálém zhoršení počasí, poruchách techniky apod.) nelze zajistit vhodné podmínky - požadovaný obsah sušiny, sacharidů atd. Také u všech druhů silážovaných píceň na poslední naskladněnou vrstvu řezanky a k bokům silážního žlabu. Dávkování chemických konzervačních přípravků založených na kyselině mravenčí a propionové by nemělo klesnout pod 3 litry na tunu silážní hmoty, jinak se nedocílí dostatečné okyselení silážní hmoty (Loučka et al., 1998).

Organické kyseliny (kyselina mravenčí je neúčinnější a nejužívanější) a jejich soli (mravenčany, formiáty) působí na okyselení silážované hmoty, ale protože konzervačně účinná je především jejich nedisociovaná forma, je stimulován i vývoj žádoucích homofermentativních bakterií mléčného kvašení. To platí i pro méně účinné kyseliny propionovou a octovou, případně jejich soli. Nevýhodou organických kyselin je jejich silné působení na kov – způsobující jeho korozi (Kudrna et al., 1998).

Kyselina mravenčí je přírodní látkou, která vedle kyseliny octové vzniká také jako fermentační produkt v první fázi kvasného procesu, zejména při pomalé acidifikaci hmoty. Při dodržení správné aplikace a dávky by proto kyselina mravenčí neměla být příčinou zdravotních problémů zvířat, neboť během fermentačního procesu se navíc také částečně metabolizuje. V hotových silážích se vyskytuje pouze v desetínách či setinách % (Doležal, 2006).

Přednosti chemické konzervace krmiv spočívají v:

- inaktivaci nežádoucí mikroflóry a jejího enzymatického systému
- lepší stabilitě a fyziologické neškodnosti
- konzervační jistotě a vysoké rychlosti účinku
- změně pH prostředí a větší antifungální účinnosti chemických látek před biologickými
- inhibici látkové výměny a enzymatických (oxidačně-redukčních) systémů mikroflóry

- přímém vlivu na nežádoucí mikroflóru a na funkce jejich cytoplazmatických membrán
- zásahu do syntézy DNA mikroorganismů, inhibici mikrobiální reakce s aminokyselinami
- lepší hygienické kvalitě a mikrobiální nezávadnosti ošetřeného krmiva
- nemá žádný negativní fyziologický vliv na mléčné a bachorové bakterie, pokud koncentrace chemické látky je v doporučeném rozmezí
- vyšší zdroj živin (energie, nebo nebílkovinného N)
- částečné redukci tvorby kvasných produktů, snížení tvorby amoniaku a štěpení rostlinných bílkovin
- zlepšení chutnosti konzervovaného krmiva
- zvýšení stravitelnosti živin, zvýhodnění konverze živin ošetřeného krmiva
- uchování zbytkových sacharidů, které jsou zdrojem pohotové energie v krmné dávce
- pozitivním inhibičním efektem konzervačních látek na redukci nežádoucí mikroflóry v zažívacím traktu.

Nevýhody chemické konzervace krmiv:

- při použití organických kyselin při konzervaci zrnin v aerobním prostředí by se vlhkost měla pohybovat v rozmezí od 20 do 25 %, u víceletých píceňin doporučuje minimální obsah sušiny 24 %
- samotné kyseliny mají korozivní účinky a jsou zpravidla všechny velmi těžké (komerční přípravky na bázi směsí kyselin jsou již upraveny a vyznačují se sníženou koroziвніostí)
- je nutné zabezpečit homogenní rozdělení do celé ošetřované hmoty
- cena chemických konzervačních látek je relativně vyšší
- chemická konzervace by měla být používána pouze u nutričně kvalitních krmiv.

2. 5. 2 Biologická silážní aditiva

Velmi častou složkou biologických aditiv jsou vybrané kmeny bakterií mléčného kvašení. Spektrum vybraných druhů a kmenů bakterií většinou může zefektivnit konverzi sacharidů na kyselinu mléčnou. Rozdílné kmeny bakterií totiž mohou odlišným způsobem využívat různé typy jednoduchých sacharidů (Kudrna, 1998).

Biologické konzervační přípravky většinou bývají vícesložkové, skládají se z jednoho či několika druhů (kmenů) bakterií, enzymů a dalších složek. Jednotlivá konzervační aditiva na sebe ve svých účincích navazují nebo se vzájemně doplňují. Použití směsných (kombinovaných) biologických konzervačních aditiv je i přes jejich vyšší pořizovací cenu stále ve větší oblibě (Aragón, 2012). Enzymy se přidávají pro zvýšení dostupnosti sacharidů proto, aby se bakteriální složka mohla rychle a správným směrem množit. Přidané složky slouží jako „nosič“ a jako pohodový zdroj sacharidů (Loučka et al., 1999).

Požadované vlastnosti bakterií mléčného kvašení obsažených v silážních inokulantech:

Vyselektované kmeny BMK podle Pahlowa (1984):

- musí mít vysokou intenzitu růstu a schopnost konkurovat a převládnout nad jinými nežádoucími mikroorganismy, obsaženými v epifytní mikroflóře
- musí být homofermentativní povahy
- musí být tolerantní vůči kyselinám, kyselému prostředí (pH 4,0) a vyšší teplotě (do 50 °C)
- musí být schopné fermentovat celou škálu sacharidů, včetně glukózy, fruktózy, sacharózy, ale také fruktózanů a pentózanů
- nesmí mít proteolytickou aktivitu
- nesmí fermentovat sacharózu na dextran a fruktózu na mannitol
- nesmí metabolizovat již vytvořené kvasné organické kyseliny
- nesmí produkovat větší množství kyseliny citrónové, jablečné, nebo jantarové, které mají nižší disociační konstantu.

2. 5. 3 Kombinované biologicko-chemické silážní konzervanty

V případě biologicko-chemických preparátů, které obsahují vybrané kmeny bakterií mléčného kvašení a soli aromatických kyselin (sorban draselný, benzoan sodný) je využíváno dvojího - rozdílného konzervačního efektu a sice stimulace mléčného kvašení na straně jedné (bakteriemi mléčného kvašení) a inhibice škodlivých skupin mikroorganismů (plísňe a kvasinky) na straně druhé (Doležal, 2004; Doležal et al., 2012).

Kombinovaný silážní konzervační přípravek s homofermentativními bakteriemi mléčného kvašení a sorbanem draselným je určen ke zlepšení průběhu fermentačního procesu a aerobní stability. Bakterie mléčného kvašení jsou cenově výhodné, a tak je jejich použití odůvodněné i u snadno silážovatelné kukuřice. Jejich vlivem dochází ke snížení ztrát při fermentaci a k docílení nejvyšší kvality fermentačního procesu, což se pozitivně projevuje na příjmu siláže a užitkovosti zvířat. Souběžně použití sorbanu draselného zabezpečuje aerobní stabilitu siláže (Pflaum, 2004).

Hlavní přednosti biologicko-chemických konzervantů:

- Vyšší antifungální efekt a zvýšení hygienické jakosti siláží, neboť inhibují a devitalizují nežádoucí mikroflóru a to již při pH v rozmezí od 4 – 5.
- Stimulace fermentačního procesu a současně potlačení rozkladných procesů, respektive posílení aerobní stability siláží i při vyšším obsahu sušiny.
- Uchování zbytkových sacharidů, které jsou pro bachorovou mikroflóru významnější než obsah těkavých mastných kyselin.

2. 5. 4 Ostatní silážní přísady

Sacharidy – bývají aplikované buď přímo na silážovanou hmotu (melasa, obilní šroty), nebo jsou součástí biologických aditiv (sacharóza, dextrin, glukóza, sušené mléko, kukuřičný škrob, pšeničný šrot). Absorbenty, syrovátka, suchý led – se

používá jen zřídka, jejich aplikace je velmi nákladná, látky se specifickými účinky (Kudrna et al., 1998).

3. Materiál a metodika

Veškeré podklady a materiály pro vypracování diplomové práce byly získány od společnosti Laboratoř Písek. Byly poskytnuty anonymní rozborů kukuřičných siláží napříč celou Českou republikou. Data o průměrné měsíční teplotě byly poskytnuty Českým hydrometeorologickým ústavem. Všechny tyto údaje jsou z let 2015 – 2017. Práce byla zpracována pomocí počítačových programů MS Word a MS Excel, ve kterých byly vytvořeny tabulky a grafy. Následně byl použit statistický program STATISTIKA 12 pomocí lineárních regresních modelů (LM). V modelu byly nejprve použity všechny vysvětlující proměnné a model byl pak zjednodušován (*backward selection*) pomocí funkce *stepAIC* na výsledný model nejlépe popisující sesbíraná data. Pro zjištění vlivu přídavku koncentrátu byla v jednotlivých LM testována vždy vysvětlující proměnná (pH, popel, vláknina, tuk atd.) vůči použití konzervantu.

4. Výsledky a diskuse

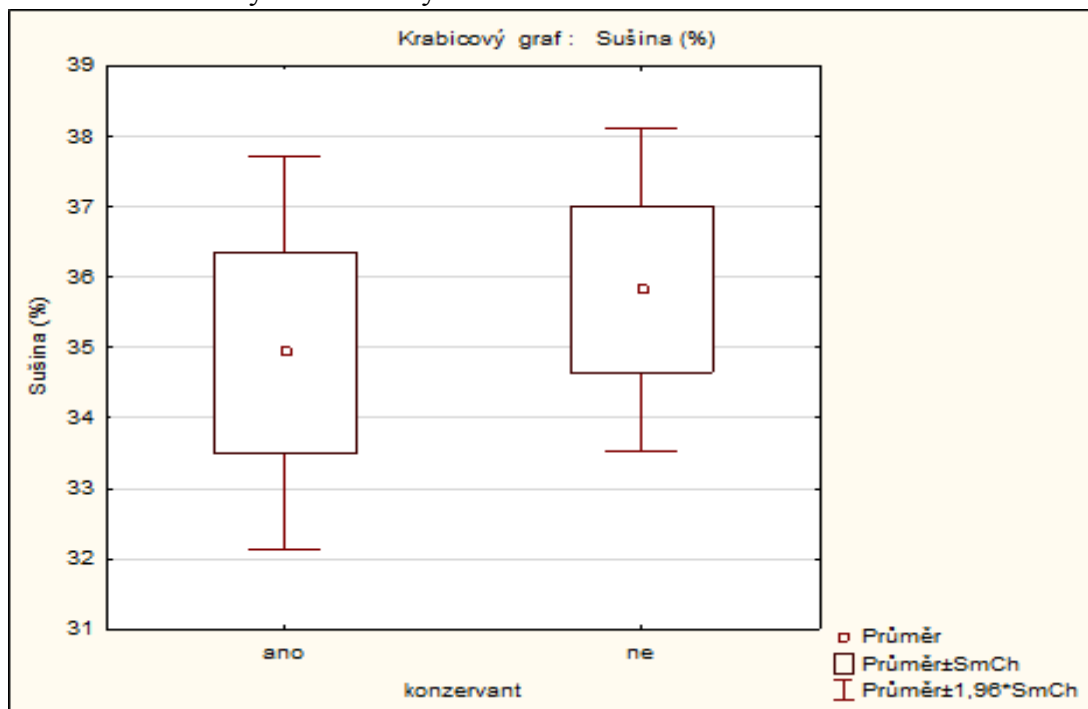
Z tabulky č. 1 vyplývá, že obsah sušiny v kukuřičných silážích byla zvýšená v letech 2016 - 2017. Podle Boušky et al. (2006) i podle normy 2004 (Mikyska & Valenta, 2007), by měla být sušina kukuřičné siláže 28 - 34 %. To splňovaly siláže pouze z roku 2015, která obsahovala 32,2 % a 33,5 % sušiny. Podle Zemana et al. (2006) siláž ze všech tří let splňovala dolní hranici požadavků, kde uvádí, že v silážích by neměl být obsah sušiny nižší než 28 % a vyšší než 40 %. Obsah vlákniny neodpovídá požadavkům pouze v roce 2016. Obsah dusíkatých látek v kukuřičné siláži je v optimu normy, měl by se pohybovat co nejvíce u horní hranice 9 % v sušině. Z hodnot, které jsou na spodní hranici normy nebo lehce pod ní, je patrné, že by se měla zlepšit výroba a skladování kukuřičné siláže.

Tabulka č. 1 Průměrné hodnoty obsahu živin

Parametr	2015 K	2015 B	2016 K	2016 B	2017 K	2017 B	Rozsah hodnot
Sušina (%)	32,2	33,5	35,6	36,74	37,0	37,24	28 - 34
Nel (MJ.kg ⁻¹)	6,15	6,04	6,0	6,55	6,72	6,1	6,4 - 6,5
NEV (MJ.kg ⁻¹)	6,16	5,9	5,85	6,6	6,77	6,16	6,5 - 6,6
Vláknina (%)	20,4	20,92	22,35	23,8	19,0	18,3	16 - 21
Škrob (%)	20,1	21,18	23,07	23,61	24,84	25,43	28 - 35
Dusíkaté látky (%)	8,49	8,9	8,23	8,19	7,1	7,88	6,5 - 9,01
Tuk (%)	3,34	3,52	3,65	3,76	3,97	3,91	2,2 - 4,0
Popel (%)	4,13	4,29	4,1	4,45	3,9	3,86	4,0 - 6,0
pH	3,8	3,85	3,82	3,86	3,8	3,83	3,7 - 4,1
Kys. Mléčná (%)	2,2	2,3	1,97	1,74	1,5	1,51	1,8 - 3,5
Kys. Octová (%)	0,83	0,77	0,8	0,83	0,66	0,71	0,6 - 0,8

K – ošetřeno konzervantem, B – bez konzervantu

Graf č. 1: Průměrný obsah sušiny 2015 -2017

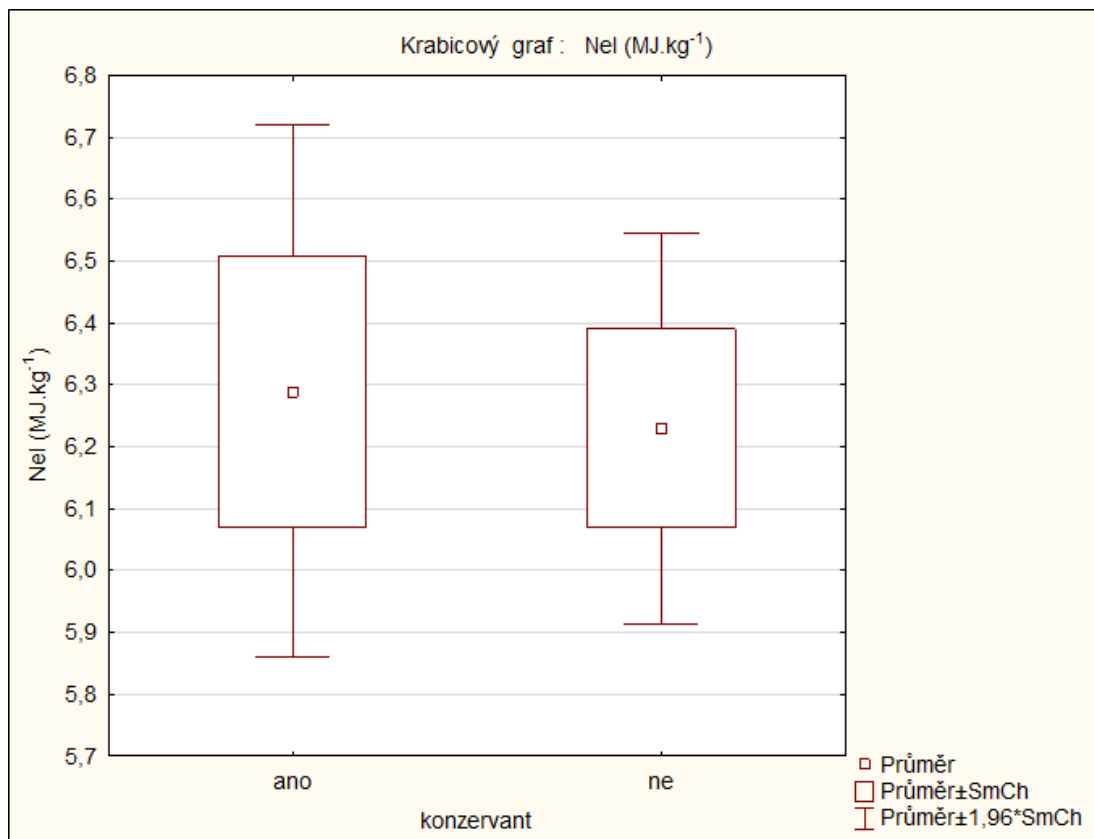


Kukuřice musí mít optimální množství sušiny, asi 28 – 34 %, v případě vyšší sušiny dochází při silážování kukuřice k špatné úrovni udusání, větší lignifikaci stébla a podpůrných pletiv a tím k zhoršení stravitelnosti organických živin, výskytu plísní a toxinů, riziku aerobní nestability a je nutné upravit délku řezanky, aby bylo možné siláž dostatečně udusat. Naopak při nižší sušině je siláž náchylná na vytváření a odtok silážních tekutin, fermentace, při kterých vzniknou heterofermentativní produkty, vytvoření málo stabilní siláže a není plně využit genetický potenciál sušiny a živin, hlavně energie (Sylvanus et al., 2018).

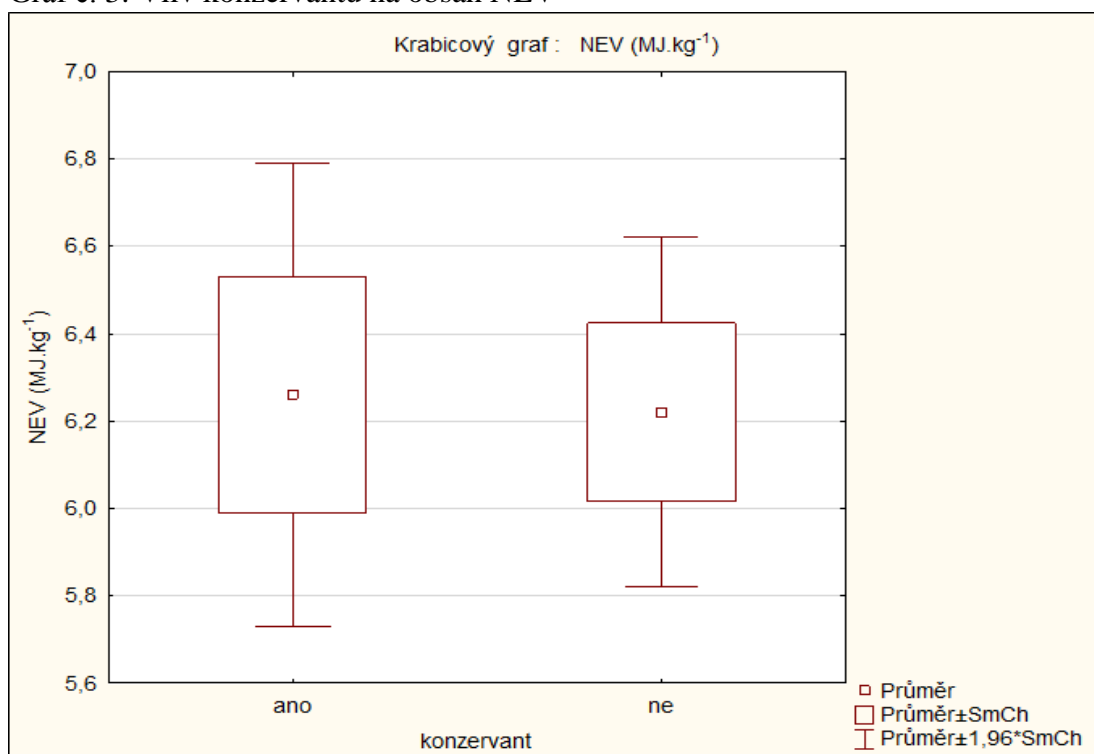
Zvolením správné doby sklizně a délkou řezanky lze ovlivnit koncentraci energie v kukuřičné siláži v rozmezí od 5,44 až 6,6 NEL MJ.suš., což při potřebě NEL na 1 kg mléka (0,3 MJ NEL) tvoří cca 4 kg mléka. Z těchto hledisek je nutné zvolit vhodnou technologii sklizně a dobu silážování (Borreani et al., 2018).

Dřívější studie také ukázaly, že obsah sušiny při sklizni výrazně ovlivní obsah škrobu a bílkovin, které se v endospermu zrn podrobí strukturálním změnám (Malumba et al., 2010; Odjo et al., 2012; Sylvanus et al., 2018).

Graf č. 2: Vliv konzervantu na obsah NEL

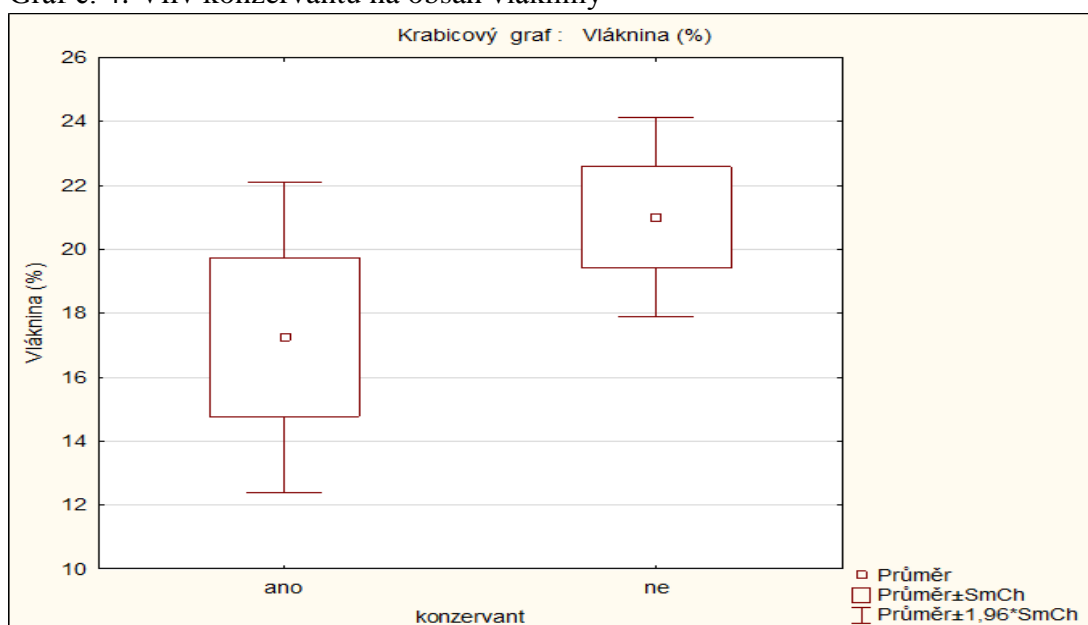


Graf č. 3: Vliv konzervantu na obsah NEV



Z výživářského hlediska je důležitý požadavek maximální koncentrace energie v kukuřičné siláži. Toto hledisko je obzvláště důležité při požadavku zvyšování užitkovosti, resp. vytváření předpokladu zvýšení užitkovosti u dojnic. Abychom tedy vytvářeli předpoklad zvyšování užitkovosti u dojnic, musíme zvyšovat i koncentraci energie u vyrobených krmiv resp., zvyšovat kvalitu siláže. Tento systém využívající jednotek NEL (netto energie laktace) a NEV (netto energie výkrmu) vychází z fyziologického třídění energie v těle zvířete, respektuje rozdílné využití metabolizovatelné energie pro různé druhy produkce a zohledňuje koncentraci energie v krmné dávce (Zeman et al., 2006). Statisticky nebyl zjištěn rozdíl mezi ošetřenou a neošetřenou siláží, výsledná hodnota $p > 0,05$.

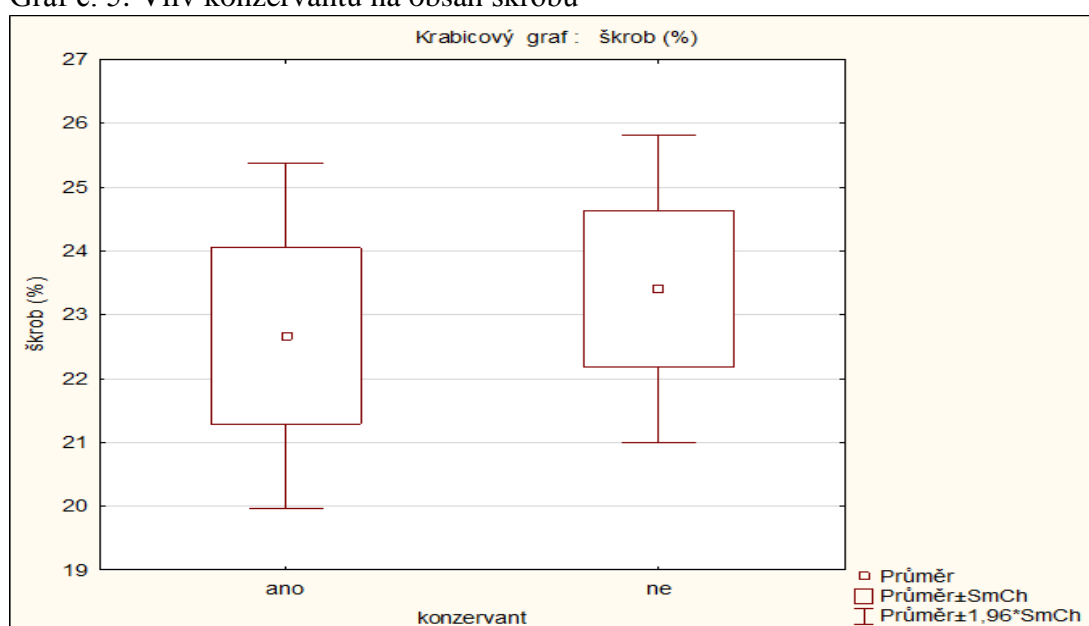
Graf č. 4: Vliv konzervantu na obsah vlákniny



Významnou roli hraje vyvážené krmení dojnic, především zásobení předžaludků. Pouze odpovídající doplnění uhlovodíků (cukr, škrob, pektin, hemicelulózy, celulóza atd.) a proteinu umožňuje optimální růst bachorových mikrobů. Sestavení uhlovodíkové frakce ovlivňuje tvorbu kyselin a růst bakterií, reguluje pH-hodnotu bachoru, přežvykování zvířete a příjem krmiva. Velký význam pro nasměrování pochodů v bachoru má zásobení strukturálními uhlovodíky jako jsou hemicelulózy a celulóza. Všechny sledované siláže byly v rozmezí hodnot. Statisticky nebyl zjištěn rozdíl mezi ošetřenou a neošetřenou siláží, výsledná hodnota $p > 0,05$. Kukuričné siláže měly průměrný obsah vlákniny 20 % ve 100% sušině. Mikyska (2015) uvádí optimum vlákniny 20,4 % v sušině). Jak uvádí studie Yansari et al. (2004) a Suzuki

et al. (2014), tak zvýšený obsah vlákniny vede ke ztrátám ME, která je potřebná na tvorbu mléka. Fyzikálním ošetřením, jako je řezání nebo mletí, se snižuje obsah NDF a čas strávený žvýkáním se zkracuje, tím se snižuje i množství energie nutné ke zpracování vlákniny. Při vyšší koncentraci vlákniny v krmné dávce je podle Kováčové (2001) pomalá motorika bachoru a část v bachoru nedegradovatelných dusíkatých látek je vždy vázána na vlákninu, která již není ve střevním traktu dále trávena. Statisticky nebyl zjištěn rozdíl mezi ošetřenou a neošetřenou siláží, výsledná hodnota $p > 0,05$.

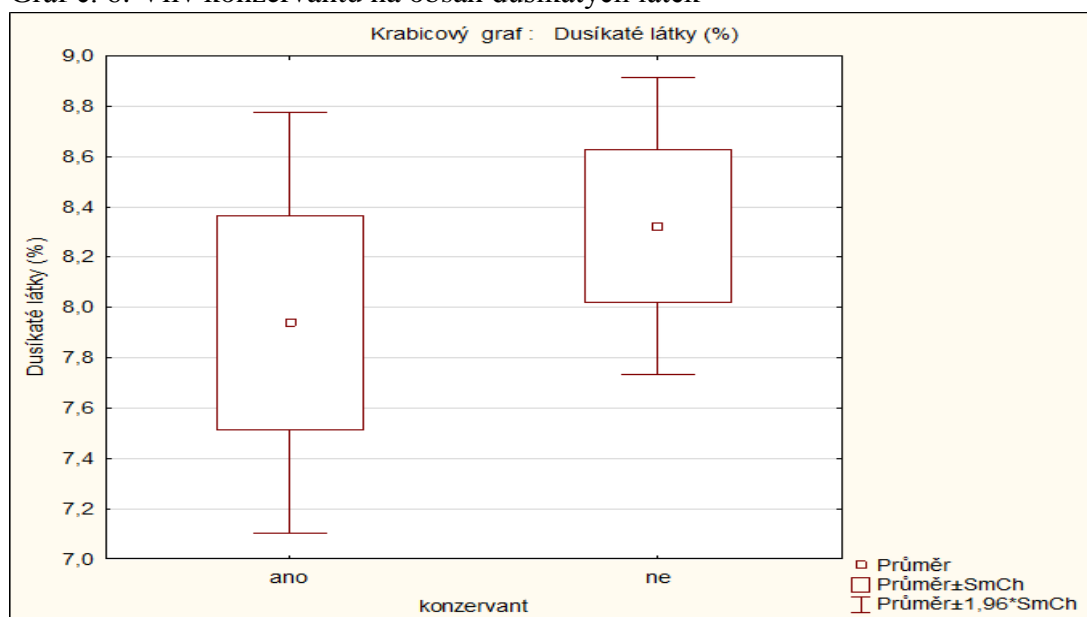
Graf č. 5: Vliv konzervantu na obsah škrobu



Škrob není zdrojem energie pro mléčné bakterie (mléčné bakterie fermentují pouze jednoduché cukry), ale hlavní zdroj energie pro bachorovou mikroflóru. Nedegradovaný škrob v bachoru je donátorem glukózy pro energetický metabolismus dojnice, což má velký význam u vysokoprodukčních dojnic. Při nadměrném množství škrobu v krmné dávce, nebo nedostatečném mechanickém narušení zrna je škrob vylučován výkaly nevyužit. Fyziologická hodnota obsahu škrobu ve výkalech je do 2 % a jeho stanovení je výborným ukazatelem využití škrobu z krmné dávky, případně technologie sklizně kukuřice na siláž – např. pozdní sklizeň a dlouhá teoretická délka řezanky, případně špatné nastavení corn-craceru a mikrolíst. Oproti optimálnímu obsahu živin se ve vzorcích nejvíce projevil nedostatek škrobu ve všech sledovaných letech, a to jak s konzervantem, tak bez něj. Schwart a Kurtz (2007) konstatují, že s rostoucím obsahem sušiny zrna kukuřice, v

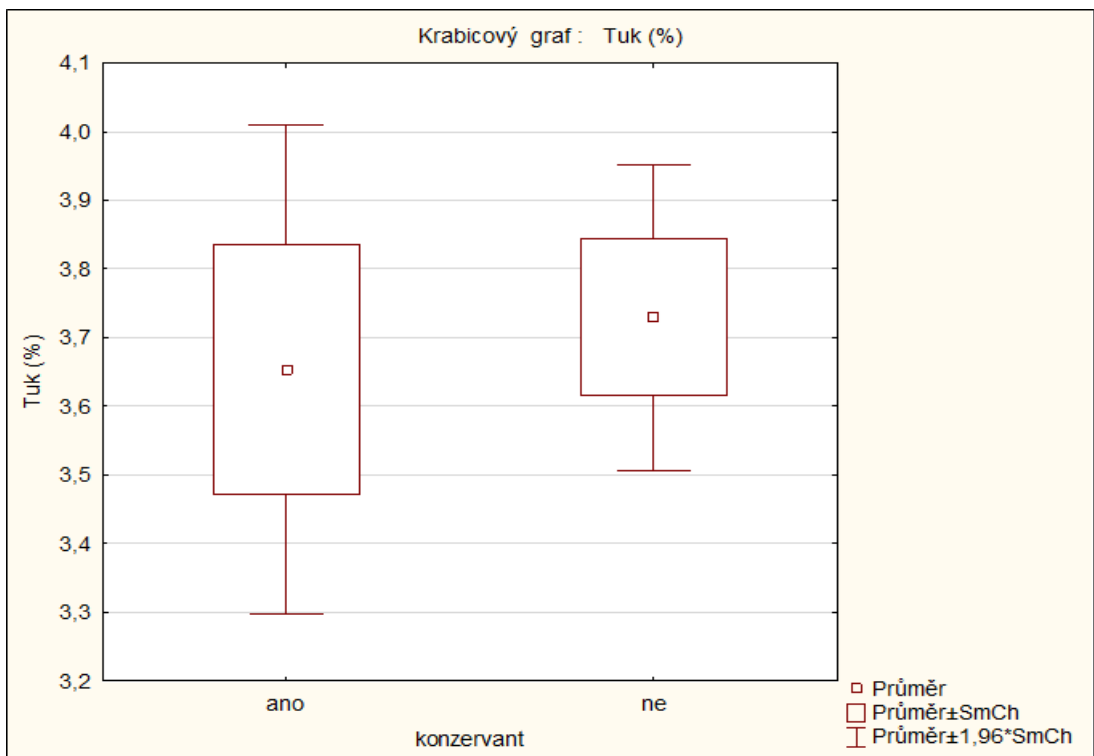
souvislosti s vegetačním stádiem, dochází k významnému snížení obsahu škrobu a následné snížené bachorové degradovatelnosti škrobu a zvýšení by-pass škrobu. Pomalejší degradace škrobu má sice pozitivní vliv na stabilizaci fermentačních procesů v bachoru, může však zpříčít i nedostatečné zásobení bachorových mikroorganismů energií, což potvrzuje i Clark (2001). Statisticky nebyl zjištěn rozdíl mezi ošetřenou a neošetřenou siláží, výsledná hodnota $p > 0,05$.

Graf č. 6: Vliv konzervantu na obsah dusíkatých látek



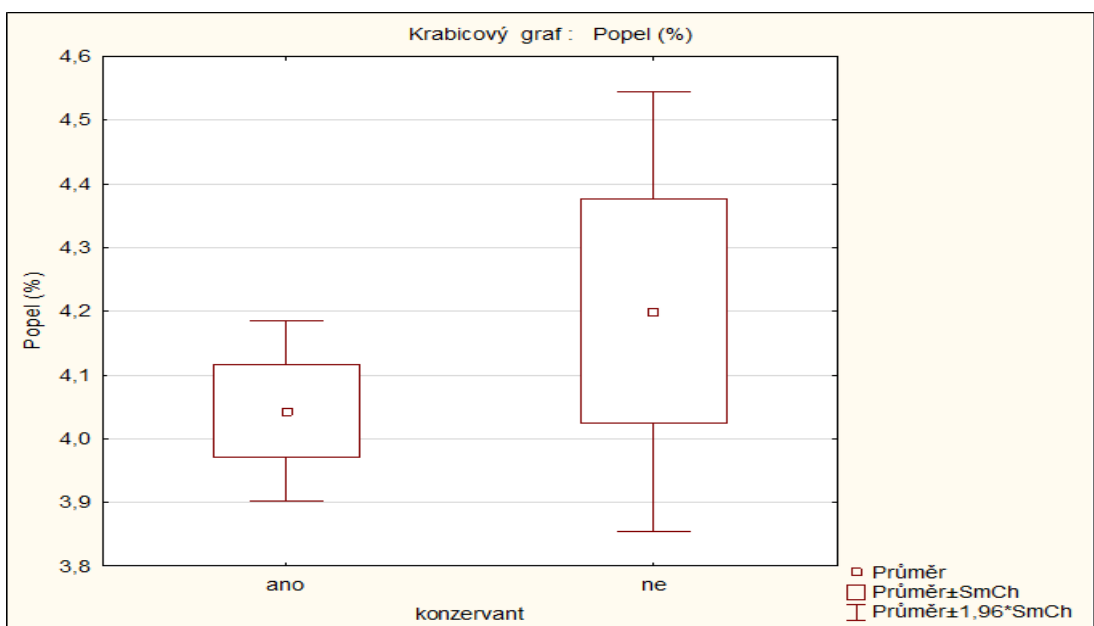
Dusíkaté látky jsou základními stavebními kameny každého živého těla. Jsou také důležitým energetickým zdrojem organismu. Nelze je přijímat do zásoby a hromadit v těle. Denní dávka potřebná pro obnovu těla musí být obsažena v krmné dávce. Dojnice, které jsou překrmovány bílkovinami, mají zvýšenou hladinu močoviny v krvi. To má za následek poruchy reprodukce, v březosti tento nadbytek vývoj velkých plodů, po porodu špatnou kvalitu mleziva (Bouška et al., 2006). Obsah N látek byl v rozsahu optimálních hodnot. Statisticky nebyl zjištěn rozdíl mezi ošetřenou a neošetřenou siláží, výsledná hodnota $p > 0,05$.

Graf č. 7: Vliv konzervantu na obsah tuku



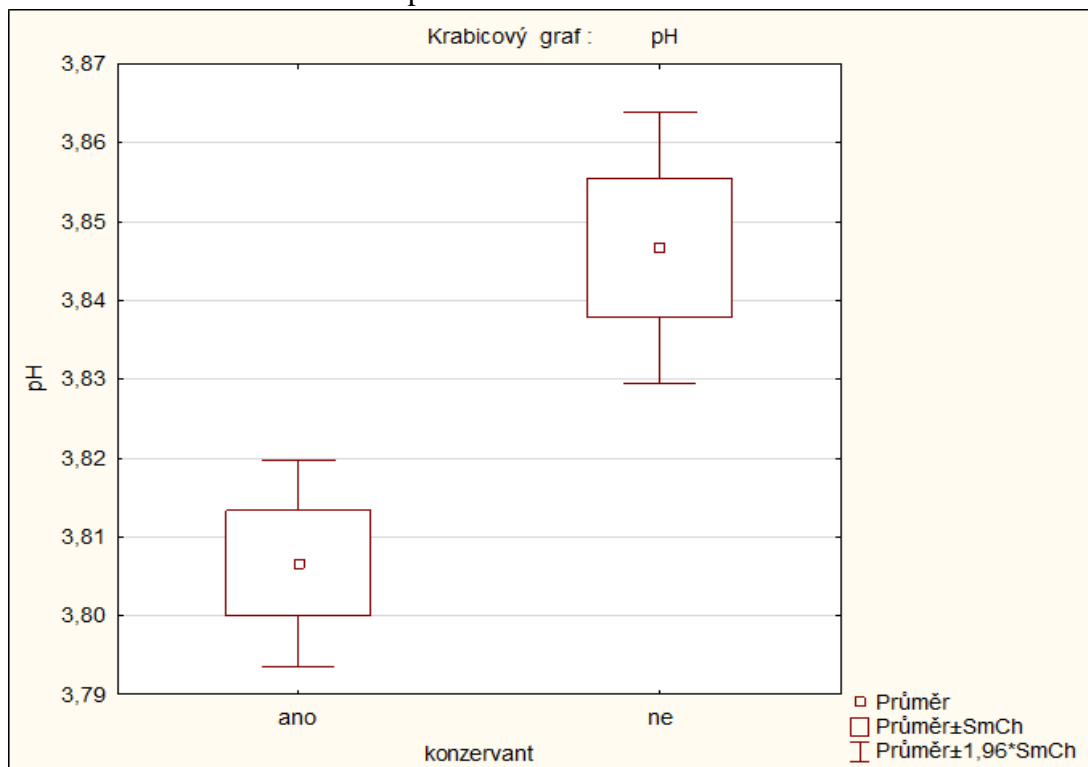
Obsah tuku, jak je patrné v grafu č. 7, nevykazuje objektivní rozdíl mezi ošetřenou a neošetřenou siláží. Menšího nárůstu vykazují neošetřené siláže. Z výsledků je zřejmé, že rozdíly jsou malé a nevýznamné. Všechny siláže se pohybovaly v rozmezí optimálních hodnot. Statisticky nebyl zjištěn rozdíl mezi ošetřenou a neošetřenou siláží, výsledná hodnota $p > 0,05$.

Graf č. 8: Vliv konzervantu na obsah popela



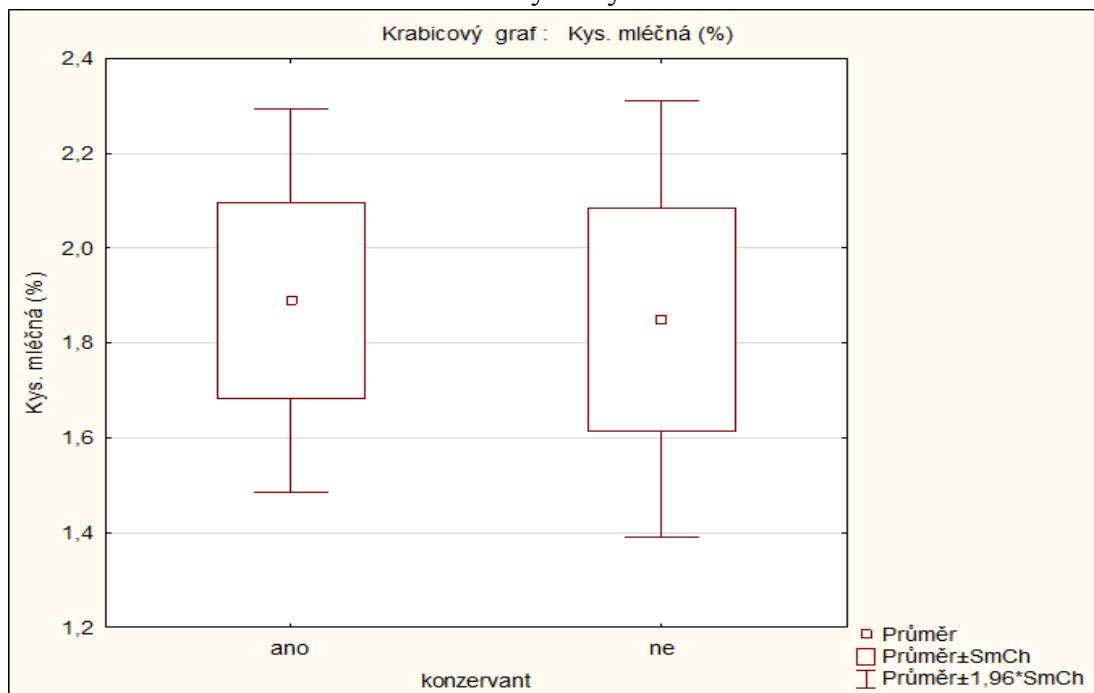
Hodnoty popele udávaly pokles z hlediska ošetření, více patrné mezi ošetřenou variantou a neošetřenou siláží. Podle Schmidta a Wetteraua (1972) je zákonitý rozdíl mezi jednotlivými pícninami a mezi způsoby jejich sklizně. MÍČKOVÁ (2004) také zmiňuje vliv znečištění píce, která závisí nejen na způsobu sklizně, ale též na počasí. Rok 2017, kdy byl zaznamenán nejnižší obsah popelovin, byl v době sklizně úhrn srážek nejvyšší ze všech ostatních let. Statisticky nebyl zjištěn rozdíl mezi ošetřenou a neošetřenou siláží, výsledná hodnota $p > 0,05$.

Graf č. 9: Vliv konzervantu na pH

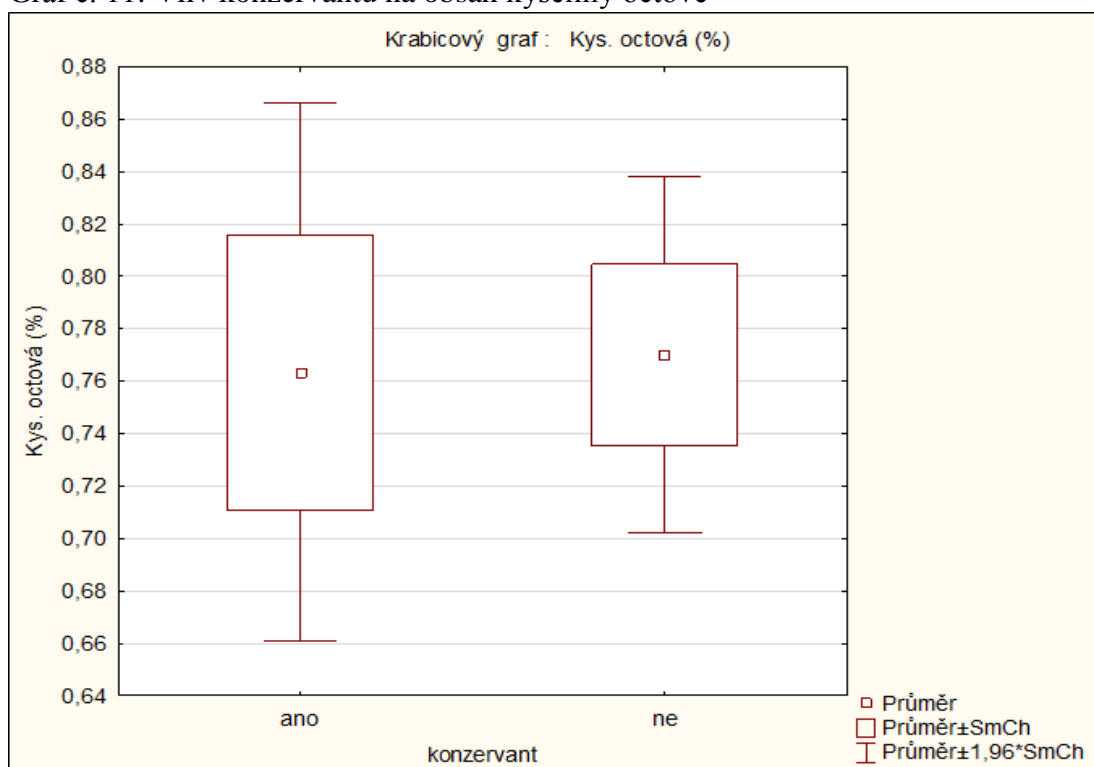


Zjištěné hodnoty pH byly ve všech sledovaných obdobích v optimu rozsahu hodnot 3,7 – 4,1. Pouze u této hodnoty byl prokázán statisticky významný rozdíl mezi ošetřenou a neošetřenou siláží. Shaver et al. (2009) uvádí, že pH siláže je faktorem, který ovlivňuje dobrovolnou konzumaci kukuřičné siláže a že pH siláže nad a pod optimální hranici snižuje příjem krmiva.

Graf. č. 10: Vliv konzervantu na obsah kyseliny mléčné



Graf č. 11: Vliv konzervantu na obsah kyseliny octové



V důsledku nižšího množství kyseliny mléčné se poměr kyseliny mléčné ke kyselině octové zúžil ve prospěch kyseliny octové a tento jev bránil kvasinkám a plísním v rozvoji, došlo k menší tvorbě etanolu, což se v konečném důsledku projeví lepší aerobní stabilitou výsledné siláže. Na množství kyseliny octové a kyseliny mléčné

nebyl vliv konzervantu statisticky prokázán. Prevence proti alkoholovému kvašení spatřují (Driehuis et al., 1999) v omezení činnosti enterobakterií a především ve stimulaci fermentačního procesu. Naproti tomu (Seija et al., 1999; Chri et al., 1999) a další zjistili redukci tvorby alkoholu, ale i fermentačních kyselin včetně kyseliny mléčné, při aplikaci účinných chemických konzervačních prostředků na bázi organických kyselin.

Statistické vyhodnocení kukuřičných siláží z let 2015 – 2017 pomocí programu STATISTIKA 12. prokázalo statisticky významné použití konzervantu pouze u udržení kvality pH, kdy výsledná hodnota byla $p < 0,05$. Ostatní použití konzervantu bylo u kukuřičných siláží nevýznamné. Použití konzervantu tudíž nemá statisticky pozitivní vliv na celkovou kvalitu kukuřičných siláží.

5. Závěr

Za nevyhovující kukuřičnou siláž považujeme siláž, která se po odkrytí výrazně zahřívá a na které jsou patrná plesnivá místa nebo pruhy. Krmením takovéto siláže dochází k výraznému snížení užitkovosti u dojnic, a to až o 5 kg mléka denně. Čím vyšší je podíl nekvalitní siláže, tím nižší je příjem krmné dávky i stravitelnost. Jednou z hlavních příčin je sklizeň kukuřice o vysoké sušině, kdy dochází při naskladňování k nedostatečnému udusání a vytěsnění kyslíku, který stimuluje růst plísní a kvasinek a kdy dochází k nadměrnému zahřívání vázaných bílkovin a cukrů tak, že jsou nestravitelné pro dobytek. Dochází tak ke ztrátám bílkovin a energie a to v rozsahu 5 – 10 %. Stravitelnost v tomto případě klesá až o 50 %. K velké tvorbě plísní a následně i mykotoxinů dochází po nedostatečném udusání a vysoké sušině až při zkrmování, kdy je siláž provzdušněna.

Další příčinou nevyhovující kvality je sklizeň nedozrálé kukuřice. Siláže z nevyzrálé kukuřice mají vyšší obsah cukrů ve stonku a v listech, kdy je obsažená vláknina lépe stravitelná. U takovéto siláže dochází k vysokým ztrátám živin v důsledku ztráty cukru v silážní šťávě. Siláž z kukuřice poškozené suchem, kroupami, škůdci nebo jinými faktory může mít různý obsah živin. Také je třeba zdůraznit, že odpovědný manager a jemu podřízení pracovníci za relativně krátkou dobu sklizně, v řádu několika týdnů, ovlivňují produkci živočišné výroby po celý následující rok.

Závěrem této práce lze konstatovat, že použití konzervantu do kukuřičných siláží, nemá výsledný vliv na celkovou kvalitu kukuřičných siláží. Například v letech 2015 a 2017 byla zaznamenána tendence k vyšším hodnotám NEV u siláží ošetřených aditivou a to 6,16 ku 5,90 a 6,77 ku 6,16 (MJ.kg⁻¹). Naopak hodnoty NEV z roku 2016 vykazaly opačný trend 5,85 ku 6,60 (MJ.kg⁻¹) ve prospěch neošetřených siláží. Statisticky ovšem nebyl zjištěn rozdíl mezi ošetřenou a neošetřenou siláží, protože výsledná hodnota $p > 0,05$. Pouze u zjištěných hodnot pH lze považovat rozdíl mezi ošetřenou a neošetřenou siláží za statisticky významný díky výsledné hodnotě, která byla $p < 0,05$.

6. Seznam literatury

- ARAGÓN, Y. A. (2012): The Use of Probiotic Strains as Silage Inoculants, Probiotic in Animals. Publisher: InTech, 284 pages. ISBN 978-953-51-0777-4
- BORREANI, G., TABACCO, E., SCHMIDT, R. J., HOLMES, B. J., MUCK, R. E. (2018): Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. *Journal of Dairy Science*, 101 (5), pp. 3952-3979. ISSN 0022-0302, <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13837>
- BOUŠKA, J., DOLEŽAL, O., JÍLEK, F., KUDRNA, V., KVAPILÍK, J., PŘIBYL, J., RAJMON, R. (2006): Chov dojného skotu. Profi Press, Praha, 186 s.
- DOLEŽAL, P. (2012): Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat. Olomouc: Petr Baštan, ISBN 978-80-87091-33-3.
- DOLEŽAL, P. (2006): Konzervace, skladování a úpravy objemných krmiv. Skripta VŠZ Brno, s. 247. ISBN 80-7157-993-9
- DOLEŽAL, P., ZEMAN, L. (2002): Technologie konzervace kukuřice. In: Kukuřice v praxi. Sborník ze semináře s mezinárodní účastí. s. 31 – 48. ISBN 80-7157-563-1
- DRIEHUIS, F., VAN WIKSELAAR, P. G. (1999): The prevention of alcoholic fermentation in high dry matter grass silage. In Conference Proceeding, The 12 th International Silage Conference, Uppsala Sweden, pp. 133-134.
- DUNIÈRE, L., SINDOU, J., CHAUCHEYRAS-DURAND, F., CHEVALLIER, I., THÉVENOT-SERGENTET, D. (2013): Silage processing and strategies to prevent persistence of undesirable microorganisms.

Animal Feed Science and Technology, 182 (1–4), pp. 1–15.

ELFRINK, S. J. W. H. O., FRANK, D., JAN, G. C., SIERK, S.F. (2000): Silage Fermentation Processes and Their Manipulation. In FAO Electronic Conference on Tropical Silage, Edition Netherlands: Food Agricultural Organization, pp. 1-28.

FILYA, I., ASHBELL, G., HEN, Y., WEINBERG, Z.G. (2000): The effect of bacterial inoculants on the fermentation and aerobic stability of whole crop wheat silage. Animal Feed Science and Technology, 88, pp. 39-46.

FRÍD, M. (2015): Jihočeská univerzita v Českých budějovicích, Zemědělská fakulta: Mechanizace zemědělství – učební texty

HENDERSON, A. R. et al. (1979): Biological Additives for Grass Silage. In: Frame, J. Efficient Beef Production from Grass. Occ. Symp. No. 22, pp. 152-158.

HARSHBERGER, J. W. (1893): Maize: a Botanical and Economic study. Contribution of Botanical Laboratory University of Pennsylvania. Vol. 1, 75 s.

HEŘMÁNEK, P., SKOKANOVÁ, M. (2001): ČZU, TF, KZS , Jak na sklizeň píče – sklízecí řezačkou?, Mechanizace zemědělství /2001.

HOLZER M., MAYRHUBER., E., DANNER, H., RAUN, R. (2003): The role of *Lactobacillus buchneri* in forage preservation. Trends Biotechnol. 21, pp. 282–287.

CHELI, F., CAMPAGNOLI, A., DELL'ORTO, V. (2013): Fungal populations and mycotoxins in silages: From occurrence to analysis. Animal Feed Science and Technology, 183 (1–2), pp. 1–16.

- ILLEK, J. (2007): Zdraví a hygienická kvalita siláží. Krmivářství, č. 1, s. 29 – 31.
- JAKOBE, P. (1987): Konzervace krmiv. Praha, ČR. 264p.
- JAMBOR, V. (2002): Stanovení nutriční hodnoty kukuřičné siláže. Krmivářství, č. 1, s. 35 – 38.
- JUGENHEIMER, R. W. (1976): Corn improvement, seedproduction, and Uses. New York, J. Wiley.
- KAČICOVÁ, L. (2010): KWS Osiva, Krmivářství, 2, s. 30-31.
- KELLER, L. A. M., GONZÁLEZ PEREYRA, M. L., KELLER, K. M., ALONSO, V. A., OLIVEIRA, A. A. (2013): Fungal and mycotoxins contamination in corn silage: Monitoring risk before and after fermentation. Journal of Stored Products Research, 52, pp. 42–47.
- KLOCKE, M., MUNDT, K., IDLER, C., MCENIRY, J., O'KIELY, P., BARTH, S. (2006): Monitoring Lactobacillus plantarum in grass silages with the aid of 16S rDNA-based quantitative real-time PCR assays. Syst. Appl. Microbiol., 29, pp. 49–58.
- KOCOUREK, F., ŘÍHA, K. (2006): Toxigenic micromycetes and their mycotoxins in grains of transgenic Bt-maize hybrid and nontransgenic hybrids. -In: Romeis J. & Meissle M. [eds.], IOBC/WPRS Bulletin., GMOs in Integrated Plant Production, 29 (5): pp. 159-164. ISBN: 92-9067-188-0.
- KOVÁČOVÁ, J. (2001): Bachorová degradácia a črevná stravitelosť N-látok a organickej hmoty vybraných krmív u hovädzieho dobytká. In IV. Kábrtovy dietetické dny, Brno, s. 195-200.
- KUNG, L., LIM, J. R., HUDSON, J. L., SMITH, D. J., JOERGER, J. M.,

(2015): Chemical composition and nutritive value of cornsilage harvested in the northeastern United States after Tropical Storm Irene. *J Dairy Sci.*, 98 (3), pp. 2055-62.

LOUČKA, R. (1998): Charakteristika kukuřice jako krmiva. In: *Kukuřice*. Kněžves: VP AGRO spol s.r.o., s. 110-114.

LOUČKA, R., (2012): Od řezanky po dokonalou izolaci hmoty. *Zemědělec*, 14, s. 13 – 16.

LOUČKA, R., TYROLOVÁ, Y. (2013): Správná praxe při silážování kukuřice výzkumný ústav živočišné výroby, Praha Uhřetěves, certifikovaná metodika. ISBN 978-80-7403-119-9

MA, B. L. & Dwyer, L. M. (1998): Nitrogen uptake and use of two contrasting maize hybrids differing in leaf senescence. *Plant and Soil*, 199, pp. 283-291.

MALUMBA, P., JANAS, S., ROISEUX, O., SINNAEVE, G., MASIMANGO, T., SINDIC, M., DEROANNE, C., BÉRA, F. (2010): Comparative study of the effect of drying temperatures and heat-moisture treatment on the physicochemical and functional properties of corn starch. *Carbohydr. Polym.*, 79, pp. 633-641.

MARI, L. D. S. , VALADARES FILHO, S. C., DETMANN, E., PEREIRA, O. G., PEREIRA, L. G. R., MARCONDES, M. I., SANTOS, S. A., VILLADIEGO, F. A. C., ZANETTI, D., PRADOS, L. F., NUNES, A. N. (2013): Intake and ruminal digestion determined using omasal and reticular digesta samples in cattle fed diets containing sugar cane in natura or ensiled sugar cane compared with maize silage. *Livestock Science* 155, pp. 71–76.

MATHIES, E. (2002): Der natürliche Weg zu höheren Futterwertern. *Erfolg im Stall*, 1, pp. 2 – 4.

- Mikyska, F. (2015): Kvalita siláží z objemných krmiv byla silně ovlivněna extrémním počasím v roce 2015. Dostupné na: <http://www.agrokonzulta.cz/files/files/Poradenstvi/Kvalitaobjemnych-krmiv-1997-2015.pdf>
- MITRÍK, T. (2007): Silážování ilustrovaná příručka silážování pro prax. FeedLab s.r.o. ISBN 80-969467-0-6
- MITRÍK, T., Vajda, V. (2008): Objemná krmiva. FeedLab s.r.o. ISBN 978-80-969658-1-6
- MUCK, R., (2000): Inoculants for corn silage. Focus on Forage, 2, pp. 1-3
- NOVOTNÝ, J., (2005): Nepodceňujte termín sklizně kukuřice na siláž [seriál online]. Available from http://www.old.pioneer-osiva.cz/seminar05_domasov4.php?tisk=true (accessed 2005)
- ODJO, S., BÉRA, F. BECKERS, Y., FOU CART, G., MALUMBA, P. (2018): Influence of variety, harvesting date and drying temperature on the composition and the in vitro digestibility of corn grain, Journal of Cereal Science, 79, pp. 218-225. ISSN 0733-5210
- PEYRAT, J., BAUMONT, R., LE MORVAN, A., NOZIÈRE, P. (2016): Effect of maturity and hybrid on ruminal and intestinal digestion of corn silage in dry cows, Journal of Dairy Science, 99 (1), pp. 258-268. ISSN 0022-0302
- PFLAUM, J., DOLEŽAL, P., DVOŘÁČEK, J. (2004): Optimalizace fermentace a posílení aerobní stability kukuřičných siláží. Krmivářství, č. 4, s. 15.
- PIT, R. E. et al. (1991): A model of aerobic fungal growth in silage. 2. Aerobic stability. Grass and Forage Science, 46, pp. 301-312.

POVOLNÝ, M., (2012): ÚKZÚZ – Národní odrůdový ústav, *Náš chov* 11, s. 54 – 56.

POVOLNÝ, M. (2015): ÚKZÚZ – Národní odrůdový ústav, *Krmivářství*, 1, 24-25.

RADA, V., Vlková, E., (2010): *VÚŽV – Vědecký výbor výživy zvířat, Silážní inokulanty*. ISBN- 978-80-7403-069-7

RICHARD, E., HEUTTE, N., SAGE, L., POTTIER, D., BOUCHART, V., LEBAILLY, P. (2007): Toxigenic fungi and mycotoxins in mature corn silage. *Food and Chemical Toxicology*, 45 (2), pp. 2420–2425.

RICHTER, R. (2004): Multimedialni učebni texty z výživy rostlin dostupne na: <http://www.af.mendelu.cz/prezentace/index>

ROMAGNOLO, D., POLAND, C. E., BARBEAU W. E. (1994): Electrophoretic analysis of ruminal degradability of corn proteins. *Journal of Dairy Science*, 77, pp. 1093-1099.

SEIJA, J., TOIVONEN, V., HUHTANEN, P. (1999): Effects of nitrogen fertilisation of grass on fermentation in untreated and formic acid treated silage. In *Konference Proceedings, The 12 International Silage Conference, Uppsala Sweden*, pp. 164-165.

SHAVER, R. D., ERDMAN, R. A., VANDERSALL, J. H. (1984): Effects of Silage pH on Voluntary Intake of Corn Silage¹. *Journal of Dairy Science*, 67 (9), pp. 2045-2049. ISSN 0022-0302

SKLÁDANKA, J., (1996): Multimedialni učebni texty picninařství dostupne na www.af.mendelu.cz/external/prezentace/picniny/utext/sklady.php?odkaz=kukurice.html

SKLÁDANKA, J., DOLEŽAL, P., VYSKOČIL, I. (2011): *Kukuřičné siláže*

[seriál online] Available from:
http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/picvk/index.php?N=10&l=1

SPOESTRA, S. F. et al. (1998): Acetic acid bacteria can initiate aerobic deterioration of whole crop maize silage. *J. Agric. Sci., Camb.* 111, pp. 127-132.

SUN, Y., MENGHUA, L., QIANG, Ch., KERSTIN, H. JUNGBLUTH, Ch. M., BUESCHER, W., MA, D., ZHOU, H., CHENG, H. (2015): Tracking oxygen and temperature dynamics in maize silage- novel application of a Clark oxygen electrode. *Biosystems engineering* 139, pp. 60-65.

SUZUKI, T., KAMIYA, Y., TANAKA, M., HATTORI, I., SAKAIGAICHI, T., TERAUCHI, T., NONAKA, I., TERADA, F. (2014): Effect of fiber content of roughage on energy cost of eating and rumination in Holstein cows, *Animal Feed Science and Technology*, 196, pp. 42-49. ISSN 0377-8401, <https://doi.org/10.1016>

ŠUK, J., BALÍK, J., JACOBE, P., et. al. (1998): *Kukuřice*. VP AGRO s. r. o., Kněžves, s. 130. ISBN 80-86153-99-1

TAKÁČ, O. (2012): *Limagrain CZ: Fenomén kukuřice ve výživě hospodářských zvířat.*, *Náš chov* 11, s. 41-42.

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

TYROLOVÁ, Y. (2006): *Silážní konzervanty na českém trhu v roce 2006*. *Krmivářství*, 2, s. 24 – 28.

VANĚK, V. et al. (1999): *Výživa a hnojení polních plodin, ovoce a zeleniny*. ČZU. Praha.

WALSH, K., O'KIELY, P., MOLONEY, A. P., BOLAND T. M. (2008): *Intake,*

digestibility, rumen fermentation and performance of beef cattle fed diets based on whole-crop wheat or barley harvested at two cutting heights relative to maize silage or ad libitum concentrates. *Animal Feed Science and Technology*, 144, pp. 257–278.

WEISSBACH, F. & KUHLA, S. (1995): Stoffverluste bei der Bestimmung des Trocken massegehaltes von Silagen und Grünfuer: Entstehende Fehler und Moglichkeiten der Korrektur. *Ubers. Tierernahr*, 23, pp. 189 – 214.

WILKINSON, J. M. (2005): *Silage*. Chalcombe Publication, Lincol, UK, p. 254.

WILKINSON, J. M., Davies, D. R. (2013): The aerobic stability of silage: key findings and recent developments. *Grass Forage Sci.* 68, pp. 1–19.

YANSARI, A. T., VALIZADEH, R., NASERIAN, A., CHRISTENSEN, D. A., YU, F. (2004): Eftekhari Shahroodi Effects of alfalfa particle size and specific gravity on chewing activity, digestibility, and performances of holstein dairy cows *J. Dairy Sci.*, 87, pp. 3912-3924.

ZEMAN, L., PROKEŠ, K., et al. (2007): „Kukuřice v praxi 2007“ – Sborník z mezinárodního semináře., 46 s. MZLU v Brně a KWS Osiva, s.r.o. ISBN: 978-80-7375-020-6.

ZEMAN, L., et al. (2006): *Výživa a krmení hospodářských zvířat*, Praha: Profi Press, 360 s.

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

7. Internetové zdroje

www.botany.cz/cs/zea-mays/

www.en.wikipedia.org/wiki/Maize

www.uroda.cz/jak-dodat-kvalitu-vyslednemu-produktu/ www.volac.com/agros

www.vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?p_age=vystup

www.eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/odrudy/

www.avtoexport.cz/sk2,6.html

www.af.mendelu.cz/external/prezentace/picniny/uctext

www.http://kzt.zf.jcu.cz/wp-content/uploads/2015/12/6.6-%C5%98ezaC4%8Dky.pdf

www.fendt.com/de/15105.asp

www.zemedelec.cz/samojizdna-rezacka-zaklad-cele-linky/ www.morkus-morava.cz/sila-veze/senazni-a-silazni-veze

www.agro.basf.cz/agroportal/cz/cs/crop_protection/atlas/pest_information_detailpage_1358.html

www.eagri.cz/public/web/file/187896/dospelec_bazlivce_kukuricneho.jpg

www.delacon.eu

www.biosimples.com/mais-bio.-zea-mais-gemmotherapie-pi-482

[www.retrofotr.cz/archiv/sklizen-kukurice-v-sedesatych-letech_404/#prettyphoto\[\]/0/](http://www.retrofotr.cz/archiv/sklizen-kukurice-v-sedesatych-letech_404/#prettyphoto[]/0/)

www.zvagro.cz/katalog-zemedelske-techniky/senazni-lis-eb-3000s.php

8. Seznam tabulek, grafů a obrázků

Obr. č. 1: Schéma fermentačního procesu:	22
Tabulka č. 1 Průměrné hodnoty obsahu živin	31
Graf č. 1: Průměrný obsah sušiny 2015 -2017	32
Graf č. 2: Vliv konzervantu na obsah NEL.....	33
Graf č. 3: Vliv konzervantu na obsah NEV	33
Graf č. 4: Vliv konzervantu na obsah vlákniny.....	34
Graf č. 5: Vliv konzervantu na obsah škrobu.....	35
Graf č. 6: Vliv konzervantu na obsah dusíkatých látek	36
Graf č. 7: Vliv konzervantu na obsah tuku	37
Graf č. 9: Vliv konzervantu na pH	38
Graf. č. 10: Vliv konzervantu na obsah kyseliny mléčné	39
Graf č. 11: Vliv konzervantu na obsah kyseliny octové	39

9. Přílohy

Tabulka č. 2: Počasí 2015

	leden	únor	březen	duben	květe	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
Úhrn srážek (mm)	53	12	48	30	49	58	36	67	32	52	74	20
Dlouhodobý průměr (mm)	44	38	48	42	69	79	88	80	58	43	49	50
Odchylka od normálu (mm)	9	-26	0	-12	-20	-21	-52	-13	-26	9	25	-30

Tabulka č. 3: Počasí 2016

	leden	únor	březen	duben	květe	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
Úhrn srážek (mm)	40	62	30	40	58	82	115	41	37	65	38	28
Dlouhodobý průměr (mm)	44	38	48	42	69	79	88	80	58	43	49	50
Odchylka od normálu (mm)	-4	24	-18	-2	-11	3	27	-39	-21	22	-11	-22

Tabulka č. 4: Počasí 2017

	leden	únor	březen	duben	květe	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
Úhrn srážek (mm)	33	24	42	77	44	69	90	68	67	81	49	38
Dlouhodobý průměr (mm)	44	38	48	42	69	79	88	80	58	43	49	50
Odchylka od normálu (mm)	-11	-14	-6	35	-25	-10	2	-12	9	38	0	-12