

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: Zootechnika

Studijní obor: Zootechnika

Katedra: Zootechnických věd

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

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

Stanovení in vitro stravitelnosti organické hmoty  
kukuřičné siláže pepsin-celulázovou metodou

Vedoucí diplomové práce: Ing. Luboš Zábranský Ph.D.

Autor diplomové práce: Bc. Dominik Fous

České Budějovice, 2020

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**  
Zemědělská fakulta

Akademický rok: 2018/2019

**ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**  
(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Bc. Dominik FOUS  
Osobní číslo: Z18125  
Studijní program: N4103 Zootechnika  
Studijní obor: Zootechnika  
Téma práce: Stanovení in vitro stravitelnosti organické hmoty kukuřičné siláže pepsin-celulázovou metodou  
Zadávací katedra: Katedra zootechnických věd

**Zásady pro vypracování**

Kukuřičná siláž je nejvýznamnějším objemným krmivem ve výživě laktujících dojnic. Stravitelnost organické hmoty je pak jedním z faktorů, který významně ovlivňuje jejich užitkovost.

Cílem diplomové práce je stanovit u vybraných kukuřičných siláží in vitro stravitelnost organické hmoty pepsin celulázovou metodou.

V literárním přehledu zhodnoťte faktory ovlivňující chemické složení a výživnou hodnotu silážní kukuřice.  
Větší pozornost věnujte faktorům ovlivňujícím hodnotu stravitelnosti organické hmoty a NDF silážní kukuřice.  
Dále zhodnoťte vliv přídavku silážního aditiva na hodnotu stravitelnosti organické hmoty.  
Výsledky zpracujte do tabulek, grafů a statisticky vyhodnoťte.  
V závěru práce navrhněte optimální podmínky pro zpracování kukuřičné siláže.

Rozsah pracovní zprávy: 40 – 60 stran  
Rozsah grafických prací: 5 tabulek, 5 grafů  
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam doporučené literatury:

- Bouška, J. et al. (2009): Chov dojeného skotu. Profi Press, Praha, 186 s. ISBN 80-86726-16-9.  
Di Marco, O. N., Aello, M. S., Nomdedeu, M., Van Houtte, S. (2002): Effect of maize crop maturity on silage chemical composition and digestibility (in vivo, in situ and in vitro). Anim. Feed Sci. Technol., 99, pp. 37-43.  
Doležal, P., Vyskočil, I., Třináctý, J., Skládanka, J. (2008): Stanovení in vitro stravitelnosti organické hmoty kukuřičné siláže s rozdílným obsahem sušiny. Dni výživy zvířat. Zborník příspěvků z vědecké konference s mezinárodní účastí. 1. vyd. Nitra: SPU Nitra, s. 70-74. ISBN 978-80-552-0072-9.  
Gosselink, J. M. J., Dulphy, J. P., Poncet, C., Jailler, M., Tamminga, S., Cone, J. W. (2004): Prediction of forage digestibility in ruminants using in situ and in vitro techniques. Anim Feed Sci Technol., 115, pp. 227-246.  
Reece, O. W. (1998): Fyziologie domácích zvířat. Grada Publishing, 449 s.  
Třináctý, J. a kol. (2013): Hodnocení krmiv pro dojnice, AgroDigest, 1. vydání, 590 s. ISBN 978-80-260-2514-6  
Zeman, L., Doležal, P., Koptíva, A., Mrkvicová, E., Procházková, J., Ryant, P., Skládanka, J., Straková, E., Suchý, P., Veselý, P., Zelenka, J. (2006): Výživa a krmení hospodářských zvířat. 360 s.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Luboš Zábanský, Ph.D.  
Katedra zootechnických věd

Datum zadání diplomové práce: 12. března 2019  
Termín odevzdání diplomové práce: 15. dubna 2020

V Českých Budějovicích dne 14. března 2019



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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Budějovická 1888, 370 05 České Budějovice

®



prof. Ing. Václav Matoušek, CSc.  
vedoucí katedry

### **Prohlášení**

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

Datum

Podpis

## **Abstrakt**

Siláž, a především kukuřičná siláž, je nejvíce zastoupeným objemným krmivem jak v České republice, tak i v Evropě. Siláží je uhrazována velká část energie, která je potřebná pro správnou užitkovost zvířat. Stabilní užitkovost a její nárůst je možné zajistit pouze neměnným a vyváženým složením krmné dávky po celý rok. Vzhledem k důležitosti přípravy kvalitního krmiva se často využívají aditiva. Je možné silážními aditivy do silážované hmoty přidat homofermentativní bakterie, aby se u siláže rychle snížilo pH nebo se mohou přidávat bakterie heterofermentativní, které u siláže zlepšují aerobní stabilitu, dále je možné tyto bakterie kombinovat nebo využít i jiné silážní přísady.

**Klíčová slova:** siláž; konzervace; homofermentativní bakterie; heterofermentativní bakterie; silážní aditiva

## **Abstrakt**

Silage, and especially maize silage, is the most abundant roughage both in the Czech Republic and in Europe. Silage compensates for a large part of the energy needed for the proper performance of animals. Stable efficiency and its increase can be ensured only by a constant and balanced composition of the feed ration throughout the year. Due to the importance of preparing quality feed, additives are often used. It is possible to add homofermentative bacteria to the ensiled mass with silage additives to rapidly lower the pH of the silage, or to add heterofermentative bacteria which improve aerobic stability in the silage, it is also possible to combine these bacteria or use other silage additives.

**Key words:** silage; conservation; homofermentative bacteria; heterofermentative bacteria; silage additives

## Seznam zkratk

ADF – acidodetergentní vláknina

CCM – pošrotovaná směs palic s vřeteny bez listenů (corn cob mix)

LKS – hrubě pošrotované olistěné palice včetně vřeten (lieshcen kolben schrott)

NDF – neutrálně detergentní vláknina

NEL – netto energie laktace

NEV – netto energie výkrmu

**Poděkování:**

Děkuji panu Ing. Luboši Zábranskému, Ph.D. za pomoc, poskytnuté rady a vstřícný přístup při vypracování této diplomové práci. Dále bych chtěl poděkovat pracovníkům laboratoře na Zemědělské fakultě Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích a farmě Zemědělská Klučenice a.s. za poskytnuté vzorky.



## Obsah

1. Úvod a cíl práce .....	10
2. Literární přehled.....	11
2.1. Kukuřičná siláž.....	11
2.1.1. definice.....	11
2.1.2. Konverzace .....	12
2.1.3. Kvalita řezanky .....	13
2.1.4. Naskladnění a udusání .....	13
2.1.5. Zásady pro vyskladňování .....	15
2.1.6. Celková doba skladování a způsob odběru siláže .....	15
2.1.7. Zkrmování a hodnocení kukuřičné siláže .....	16
2.1.8. Technologické faktory ovlivňující silážní proces .....	17
2.1.9. Obsah sušiny v hmotě .....	18
2.1.10. Reziduální obsah sacharidů v siláži .....	18
2.1.11. Podíl nečistot.....	19
2.1.12. Požadavky na silážní linku .....	19
2.1.13. Hygiena a zdravotní rizika siláže .....	19
2.2. Biochemické procesy při silážování.....	24
2.2.1. Aerobní proces .....	24
2.2.2. Fáze fermentační.....	24
2.2.3. Fáze stabilizační.....	25
2.2.4. Fáze po otevření a zkrmování .....	25
2.3. Silážní aditiva.....	26
2.3.1. Chemická silážní aditiva .....	29
2.3.2. Biologická silážní aditiva.....	30
2.3.3. Kombinovaná aditiva.....	31
2.3.4. Ostatní silážní přísady .....	32
3. Materiál a metodika .....	34
4. Výsledky a diskuze.....	35
5. Závěr.....	47
6. Seznam literatury a internetové zdroje .....	49
7. Seznam grafů.....	54
8. Seznam tabulek .....	55

## 1. Úvod a cíl práce

Siláž, a především kukuřičná siláž, je nejvíce zastoupeným objemným krmivem jak v České republice, tak i v Evropě. Siláží je uhrazována velká část energie potřebné pro záchovu, růst a tvorbu mléka. Současným trendem je stále zvyšování užitkovosti a k tomu je nutné neustále vyvíjet a zlepšovat veškeré technologie spojené s chovem zvířat. Jedním z hlavních faktorů, které jsou schopné ovlivnit užitkovost zvířat je složení krmné dávky. Stabilní užitkovost a její nárůst je možné zajistit pouze neměnným a vyváženým složením krmné dávky po celý rok. Z tohoto důvodu je nutné neustále znát složení krmné dávky, která je zvířatům poskytována.

Jedním z důvodů vysokého množství kukuřičné siláže jako krmiva, je relativně snadná výroba. Hybridi kukuřice jsou přizpůsobeni růstu ve veškerých podmínkách u nás, mají vysoký výnos z hektaru a jsou snadno silážovatelní. I přes snadnost silážování kukuřice je důležité dbát na veškeré kroky pěstování a silážování plodiny. K výrobě kvalitní a zdravotně nezávadné a nutričně hodnotné siláži je nutné vybrat vhodný hybrid kukuřice, zvolit správný termín sklizně, mít správně nastavenou silážní linku, vybrat vhodné aditivum, silážovanou hmotu správně vrstvit a dusat a s hotovou siláží správně zacházet.

Vzhledem k důležitosti přípravy kvalitního krmiva řada zemědělců využívá různá silážní aditiva, která mají za úkol zlepšit hodnoty siláže. Je možné silážními aditivy do silážované hmoty přidat homofermentativní bakterie, aby se u siláže rychle snížilo pH nebo se mohou přidávat bakterie heterofermentativní, které u siláže zlepšují aerobní stabilitu, dále je možné tyto bakterie kombinovat nebo využít i jiné silážní přísady.

Cílem práce bylo vyhodnotit poskytnuté vzorky siláže s přidanými silážními aditivy a bez aditiv a porovnat vliv silážních aditiv na kvalitu siláže. Vzorky byli odebrány během 3 let z farmy Zemědělská Klučenice a.s. a vyhodnoceny na Zemědělské fakultě Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Jako aditiva byly použity biologické přípravky s bakteriemi mléčného kvašení.

## 2. Literární přehled

### 2.1. Kukuřičná siláž

#### 2.1.1. definice

Silážování je komplikovaný biochemicko-mikrobiální proces, ovlivněný řadou na sebe navazujících interakcí. Při průběhu fermentace se uvolňují sacharidy, které poskytují zdroj výživy pro bakterie mléčného kvašení. V případě, že je v silážované hmotě dostatečné množství lehce rozpustných cukrů, anaerobní prostředí a teplota pod 300°C, mohou se bakterie mléčného kvašení rychle množit, a tím okyselit hmotu vytvářením kyseliny mléčné, která silážovanou hmotu konzervuje (Kulovaná, 2001). Jak uvádí Aragón (2012) nezbytnými předpoklady pro silážování plodin je obsah snadno fermentovatelných cukrů, bakterie mléčného kvašení, aerobní podmínky a obsah sušiny, která vytváří vhodné prostředí pro bakterie mléčného kvašení. Na počátku silážování jsou v silážované hmotě různé skupiny nežádoucích mikroorganismů, které štěpí potřebné živiny a vytvářejí nežádoucí metabolity. Z tohoto důvodu je důležité rychle vytvořit kyselé prostředí, které zabrání množení nežádoucích mikroorganismů, především bakteriím máselného kvašení a hnilobným bakteriím. Řada studií zjistila intenzivní kvasný proces již pár hodin po zakrytí silážované hmoty (Kulovaná, 2001).

Kukuřičná siláž je významné glycidové krmivo, u kterého je hlavním zdrojem energie škrob. Obsah škrobu je ovlivněn vegetacním stádiem sklizně, podílem sušiny palic z rostliny, počtem a velikostí zrn, ale také podmínkami stanoviště, odrudou a způsobem sklizně, konzervace a skladováním. Doporučovaný obsah sušiny při sklizně je 28 – 34 %, vyšší obsah negativně ovlivňuje fermentaci a může vést ke snížení aerobní stability (Doktorová, 2004).

Hybrid kukuřice na výrobu siláže by měl být vybrán podle hlavního kvantitativního ukazatele a tím je výnos sušiny z jednoho hektaru. Výběr hybridu by měl také zohlednit kvalitativní ukazatele, kterými je množství škrobu a stravitelnost vlákniny. Je nutné si uvědomit, že hybridy šlechtění na vyšší stravitelnost vlákniny mají nižší podíl klasu a tím také nižší podíl škrobu v rostlině a u hybridů šlechtěných na vyšší podíl klasu klesá stravitelnost vlákniny (Jedlička, 2017a).

Ježková (2010) uvádí, že na kvalitu siláže mají vliv tři faktory, a to plodina, fermentace a management výroby siláže. Je důležité správné načasování sklizně, které později ovlivní užitkovost dojnic a složení mléka. Termín sklizně má velký vliv na stravitelnost siláže a obsah živin, zejména cukrů a bílkovin. Aragón (2012) píše, že hlavní výhodou siláže je možnost sklízet plodiny nezávisle na povětrnostních podmínkách, dále jako další výhody uvádí snížené ztráty při sklizni, více sklizených živin na plochu a využití širokého spektra plodin. Kukuřice na siláž se sklízí několika způsoby, a to sklizní a silážování celé rostliny kukuřice, sklizní silážní kukuřice s vyšším strništěm, dělenou sklizní s využitím palice, resp. jejich částí (LKS, CCM), využitím kukuřičné slámy z dělené sklizně, silážováním vlhkého zrna a chemickou konzervací vlhkého zrna v aerobních podmínkách. Silážování vlhkého zrna se dělí na celozrnnou siláž v atmosféře oxidu uhličitého, siláž mačkaného vlhkého zrna a siláž hrubě pošrotovaného vlhkého zrna. Chemickou konzervací vlhkého zrna lze rozdělit na louhování vlhkého zrna a chemickou konzervaci vlhkého zrna přísady na bázi organických kyselin (Kulovaná, 2002).

V současné době se velká spousta chovatelů soustředí na ekonomiku produkce a zdravotní stav dojnic. Významnou roli v této oblasti hraje krmná dávka pro dojnice a s tím také kvalita objemných krmiv, které si chovatel vyrábí sám na farmě. Kupovaná krmiva zvyšují náklady a neobsahují stejné živiny jako krmiva objemná, která mají velký obsah stravitelných minerálních látek, rozpustné vlákniny a rychle rozpustných cukrů (Jedlička, 2017b). Stejný názor na ekonomiku chovu má také Velechovská (2015), která popisuje cíl chovatelů, kteří se snaží snížit cenu krmné dávky aniž by trpěla chovaná zvířata nebo jejich produkce a reprodukce.

### 2.1.2. Konverzace

Negativními vlivy na správný proces konzervace může dle Loučky a kol. (2002) být:

- Sklizeň plodiny v nevhodné vegetační fázi,
- vyšší množství rozpustných dusíkatých látek s pufrujícími účinky,
- nedostatek rozpustných dusíkatých látek,
- kontaminace sklizené plodiny výkaly zvířat, zeminou nebo blátem,

- sklizeň a silážování zaplísňených rostlin,
- sklizeň rostlin z nevhodného místa, např. blízko silnice,
- sklizeň v nevhodnou dobu, např. po dešti,
- sklizeň a posklizňové úpravy prováděné nevhodnou technikou.

### 2.1.3. Kvalita řezanky

Na kvalitu řezanky může mít velký vliv technika použitá při sklizni. Dnes se na trhu setkáme s výkonnými rezačkami, které jsou schopné regulovat délku řezanky podle obsahu sušiny hmoty (Jedlička, 2011), ale také s rezačkami, které mají možnost sklízet delší řezanku, aniž by negativně ovlivnili fermentační ukazatele kukuřičné siláže. Dlouhá řezanka kukuřice se v těchto rezačkách podélně nadrtí, a tím se stonky, ale i zrno kukuřice podélně rozetrou (Jedlička, 2017). Délka řezanky se kromě sušiny musí přizpůsobit také stupni zralosti a způsobu zpracování. 6 – 8 mm by měla mít řezanka, která má vyšší sušinu než 35 %, naopak řezanka dlouhá 15 – 20 mm je požadována při sušiny nižší než 30 % (Třináctý, 2013).

### 2.1.4. Naskladnění a udusání

Rychlost naskladnění píče do silážních žlabů nebo vaků má velký vliv na průběh fermentace. Z tohoto důvodu je důležité, aby na sebe veškeré pochody při výrobě siláže navazovali. Dusání ovlivňuje množství přítomného vzduchu v hmotě. Vysokým stupněm dusání se zamezí výměně plynů a sníží se tak aktivita aerobních organismů, které přeměňují přítomné cukry na oxid uhličitý a vodu (Třináctý, 2013). Zimolka (2008) uvádí další vlivy dusání na finální siláž, a to kvalitu fermentačního procesu, úroveň ztrát, prevenci tepelného poškození a hygienickou jakost siláže.

Dalším důležitým krokem při naskladňování siláže je její zakrytí. Obecně se doporučuje použití bočních fólií na stěnu silážního žlabu, které zakryjí přibližně metr vysokou vrstvu. Po naplnění žlabu se hmota přikryje fóliemi a plachtami, které je nutné zatížit, aby se zabránilo pronikání vzduchu do siláže. Při zatížení fólie pneumatikami bylo zjištěno, že siláž má v různých hloubkách jinou kvalitu a aerobní stabilitu, proto se doporučuje zatížení pomocí pytlů, které se skládají jeden vedle druhého (Třináctý, 2013).

Stejný vliv pronikání vzduchu na siláž popisuje také Zimolka (2008) a dále uvádí, že způsob zakrytí má vliv na efekt silážních aditiv.

Věžová sila se Evropě používají málo z důvodu pomalého naskladňování a vysoké poruchovosti vybíračů siláží. Další nevýhodou je možnost naskladnit pouze hmotu se sušinou 30 – 40 %, vlhčí materiál v důsledku velké výšky a hmotnosti vytěsňuje větší množství silážních tekutin. V případě že silážní tekutiny odtečou zvýší se ztráty hmoty a živin, pokud zůstanou dochází ke zhoršení kvasného procesu a chutnosti siláže. Výhodou věžových sil je nízký zábor půdy, menší potřeba lidské práce, nízké ztráty sušiny a vyšší kvalita siláže z důvodu lepšího vytěsnění vzduchu (Křepelka, 2011).

silážní žlaby lze dle Křepelky (2011), rozdělit na průjezdné a neprůjezdné, na žlaby se šikmými nebo svislými stěnami. Výhodou šikmých žlabů je lepší dusání hmoty, u žlabů svislých je výhoda lepší odebírání hotové siláže. Silážní žlaby jsou nejčastějším řešením silážování. Přivezená hmota k silážování se postupně naváží do silážních žlabů, kde se po celou dobu dusá. Po naskladnění a udusání hmoty se silážní žlab rychle zakryje silážní fólií a zatíží se, aby se zabránilo přístupu vzduchu.

Silážování do vaků je možné skladovat několik druhů krmiva na malém prostoru, který je možný po zkrmení využít k jiným účelům. Silážovat do vaků lze téměř každé krmivo pro skot, prasata a ovce. Výhodou silážování do vaků je vysoký výkon, spolehlivost, plnění vaků pod stále stejným tlakem a minimální prostoje při plnění. Plnění lze kdykoliv přerušit bez negativního vlivu na silážovanou hmotu. Důležité při této technologii je silážování o vyšší sušině nebo špatné nastavení lisovacího tlaku. V takovém případě vznikají ve vaku vzduchové kapsy, ve kterých se nacházejí nevhodné bakterie, plísně a kvasinky. Důležité je také vak kontrolovat, zda nedošlo k jeho protržení a tím i k znehodnocení siláže. Nevýhodou silážování do vaku je sklizeň různých druhů materiálu nebo jednoho druhu s různou kvalitou a to z důvodu vertikálního plnění. Odebíraná siláž bude mít na různých místech jinou výživovou hodnotu. Velkou výhodou se také vysoký denní odběr a tím snížení aerobního kažení siláže, z tohoto důvodu je možné otevřít více vaků (Křepelka, 2011).

Silážované balíky je možné obalovat jednotlivě nebo v dlouhé řadě za sebou. Výhody jsou stejné jako u silážování do vaků, ale jsou vhodné pro malé farmy s nízkým počtem zvířat. Obtížné je silážování o vyšší sušině, kdy nedojde k vytěsnění vzduchu a dochází tak k nedostatečné aktivitě bakterií mléčného kvašení (Křepelka, 2011).

Další možností jsou dočasné silážní prostory, jde o velmi starou technologii, která vyžaduje zpevněnou plochu a pokud se silážuje materiál o sušině nižší než 30 %, jímku na silážní tekutiny. Siláž se ukládá na zpevněnou plochu, boky se zpevňují balíky slámy. U této technologie jsou často velké ztráty (Křepelka, 2011).

#### 2.1.5. Zásady pro vyskladňování

U vybírání siláže dle Zimolky (2008) platí:

- Po odkrytí siláže se v případě změn na siláži (plíseň, hniloba) odstraní povrchová vrstva,
- Siláž se vybírá tak, aby zůstala kompaktní odběrová stěna,
- Stěny žlabu kolmě od vrchu ke dnu,
- Dostatečná rychlost vybírání,
- Pro vybírání siláže používat k tomu konstruované stroje (frézy, vykusovače), které zajišťují neporušenou stěnu,
- Odebírání takového množství siláže, které se zkrmí,
- Po ukončení odebírání je vhodné stěnu siláže zakrýt fólií,
- Nahnilá, plesnivá nebo jinak znehodnocená siláž nesmí být zařazována do krmné dávky.

Nevhodné je využívat k odebírání siláže drapáky nebo čelní nakladače, které jsou sice šetrné ke struktuře siláže, ale načechravají a prokypřují stěnu siláže, a tím se porušuje její kompaktnost (Zimolka, 2008).

#### 2.1.6. Celková doba skladování a způsob odběru siláže

Skladování stabilní siláže je ovlivněno kvalitou siláže. Při splnění všech podmínek a vytvoření kvalitní siláže je možné tuto siláž skladovat po dobu několika let.

Meziskladování siláže před zkrmováním není vhodné z důvodu rozvoje nežádoucích mikroorganismů, které siláž znehodnocují (Třináctý, 2013).

Po otevření sila dochází k druhotné fermentaci vlivem vniku vzduchu do hmoty. Probíhá rychlý růst a množení kvasinek a plísní, které oxidují konzervační kyseliny a tím dochází k růstu pH. Jakmile je silo otevřeno je nutné zamezit působení vzduchu na větší plochy siláže. Při odběru je důležité zachovat hladkou plochu, vyhnout se vytrhávání siláže a jejímu načechrávání. V létě by měla být minimální plocha denního odběru alespoň 30 cm, z důvodu rychlejších pochodů negativním mikroorganismů při vyšších teplotách (Třináctý, 2013).

#### 2.1.7. Zkrmování a hodnocení kukuřičné siláže

Hlavním problémem v praxi je podle Velechovské (2018) zkrmování méně kvalitních siláží. Vzhledem k vysokým finančním nákladům, není snadné nekvalitní siláž nezkrmovat, ale nahradit ji jiným krmivem. Pokud se podnik rozhodne nahradit nekvalitní siláž jiným krmivem, přináší to další ekonomické náklady. Krmení méně kvalitními silážemi negativně ovlivňuje jak zdraví zvířat, tak kvalitu mléka.

Doporučené laboratorní hodnocení:

- Stanovení sušiny – nízký obsah sušiny je náchylný k sekundárnímu kvašení, vyšší obsah často způsobuje plesnivění.
- pH – optimální pH siláže se pohybuje okolo 4, vyšší pH způsobuje vyšší sušina.
- Stanovení kyselin a alkoholu – hodnotí se obsah laktátu, který musí být na vysoké úrovni, pokud je vysoký obsah etanolu zhoršuje se aerobní stabilita.
- Stanovení stravitelnosti a energetické hodnoty – stravitelnost se může odvodit ze stanovení vlákniny a ligninu. Energetická hodnota se vyjadřuje jako metabolizovatelná energie.
- Stanovení proteinu – hodnotí se pomocí hrubého proteinu a různých forem stravitelnosti dusíku.
- Organoleptické hodnocení – stanovení barvy, textury, vůně a chuti (Rada, 2009).



### 2.1.8. Technologické faktory ovlivňující silážní proces

Dle Kulované (2001) je pro výrobu siláže s vysokou kvalitou důležité provést následující požadavky:

- Sklizeň píce ve vhodném vegetačním období
- Silážovat pouze čisté, zdravé a nezaplevelené pícniny
- Rychlým a krátkým zavadáním zvýšit jistotu při kvašení
- Hmotu dostatečně nařezat a rozmělnit
- Aplikovat vhodná silážní aditiva
- Silážovanou hmotu důkladně a co nejlépe udusat
- Zabránit nevhodnému meziskladování
- Vzduchotěsné uzavření silážního sila
- Hotovou siláž odebírat vhodným způsobem

Stejně požadavky na výrobu kvalitní siláže má Kudrna (1998), který doplňuje další podmínky. Dle Kudrny (1998) je důležitý výběr a pěstování vhodného a výkonného hybrida s vysokou koncentrací živin, mít dobře navazující sklizňovou, naskladňovací a dusací linku a zamezit ztrátám při skladování, manipulaci a zkrmování siláže. Aby měla siláž co nejvyšší kvalitu, je důležité přizpůsobit technologické postupy různým vlivům, které během sklizně a silážování nastanou.

Dvořáčková (2010) uvádí podobné požadavky na výrobu zdravotně nezávadné a kvalitní siláže. Je důležité sklízet při optimální sušině a zároveň zamezit znečištění sklizeného materiálu půdou, silážovat do čistých žlabů, během naskladňování hmotu dusat, po naplnění silážního žlabu hmotu co nejrychleji a nejlépe zakrýt, dbát na správný odběr, zamezit meziskladování, kontrolovat a čistit krmné vozy a sklady. Veškeré tyto úkoly mohou být prováděny pouze dodržováním správných zásad výrobní praxe, důkladnou kontrolou a spoluprací.

Při nedodržení správného technologického postupu může docházet k hnilobným procesům, zahřívání hmoty, tvorbě kyseliny máselné, tvorbě vodíku a při přehnojení dusíkem k uvolňování oxidů dusíku. Všechny tyto vlivy mohou způsobit snížení výživné hodnoty a onemocnění zvířat (Čermák a kol., 1995).

Obsah sušiny v optimálním sklizňovém stádiu je 38 – 34 %. Palice má v tomto stádiu sušiny 45 – 55 % a zrno 60 – 65 %. Pokud je kukuřice sklizená předčasně, při sušině pod 28 % je konečná kukuřičná siláž chudší o sušinu a energii. Naopak při pozdní sklizni se sklízí rostlina s vysokým obsahem sušiny, na povrchu rostliny probíhá rozvoj plísní a kvasinek, které negativně ovlivňují silážní proces. Negativní vliv má také nízký obsah cukrů, kdy se v siláži vytvoří málo kyselin a siláž je méně stabilní (Třináctý, 2013).

#### 2.1.9. Obsah sušiny v hmotě

Množství sušiny je velice důležitou vlastností silážované hmoty. Obsah má vliv na fermentační proces, ztráty energie a na poměr kyselin. Nízký obsah sušiny negativně ovlivňuje množství sacharidů v hmotě a v siláži je velké zastoupení kyseliny octové, naopak vysoký obsah sušiny zvyšuje zaplísnění a aerobní stabilitu siláže. Z těchto důvodů je považován obsah sušiny za jednu z hlavních vlastností sledovaných při silážování. V případě nízkého obsahu sušiny je možné tento problém řešit přidáním pšeničné nebo ječné slámy, která musí být pořezána na krátko. Z důvodu špatné silážovatelnosti je důležité přidávat slámu v tenkých vrstvách, aby se mohla dostatečně promíchat se silážovanou hmotou. Doporučená dávka slámy se uvádí 5% z celkové hmoty a tento přírůstek může zvýšit celkový obsah sušiny o 2 – 3 % (Brož, 2018).

#### 2.1.10. Reziduální obsah sacharidů v siláži

Obsah sacharidů v siláži je problematický po otevření siláže, kdy se začínají aktivovat kvasinky a aerobní bakterie, které tyto sacharidy spotřebovávají a přeměňují na vodu, oxid uhličitý a teplo. Kvasinky společně se sacharidy využívají také kyseliny, které vznikly během silážování a tím dochází k odkyselení siláže. Tento jev vede k aerobní nestabilitě siláže, jejímu zahřívání a následnému rozvoji plísní, které siláž ještě více znehodnocují. Obsah sacharidů ovlivňuje plodina, stupeň zralosti při sklizni, počasí při sklizni, ale také obsah sušiny a úroveň hnojení. Aerobní stabilitu a tedy také rozvoj kvasinek a plísní je možné ovlivnit množstvím heterofermentativních bakterií přidaných aditiv (Brož, 2018).

#### 2.1.11. Podíl nečistot

Během sklizně, manipulace, naskladňování a dusání by se mělo dbát na nízkou kontaminaci silážované hmoty. Mezi nečistoty siláže lze zařadit zeminu, mazací oleje, pohonné hmoty a podobně. Přítomnost těchto kontaminantů negativně ovlivňuje vlastnosti siláže, ať už se jedná o vlastnosti dietetické, kvalitativní nebo například zdravotní. U siláže, která má vysoký podíl nečistot, je vysoké riziko přítomnosti různých nevhodných organismů (klostridie, apod.), které siláž dále znehodnocují a ovlivňují její dietetické a chuťové vlastnosti (Brož, 2018).

#### 2.1.12. Požadavky na silážní linku

Do silážní linky je zapojeno velké množství sklizňových strojů, dopravních prostředků, strojů využívaných v silážích žlabech k rozprostírání, nahrnování a dusání silážované hmoty. Požadavky na tyto stroje jsou vždy nejvyšší, stroje musí být výkonné, spolehlivé, v dobrém technickém stavu a správně seřízené. Správně fungující silážní linka je základem dobré siláže, všechny stroje na sebe musí navazovat, musí být využita jejich kapacita a jsou splněny podmínky pro kvalitní zakonzervování hmoty. Silážní linka končí ve chvíli, kdy je silážovaná hmota aerobně zakryta a zatížena (Loučka, 2009).

#### 2.1.13. Hygiena a zdravotní rizika siláže

I přes to, že je dnes známá souvislost dobré kvality siláže s vysokou užitkovostí a zdravím zvířat, je možné se setkat ze silážemi, které mají různé nedostatky (nízká aerobní stabilita, zahřívání, nízká hygienická úroveň siláže). Vzhledem k celoročnímu zkrmování siláží, dochází k negativnímu vlivu na užitkovost a zdraví zvířat. Výrazný rozdíl mezi kvalitními a nekvalitními silážemi bývá v koncentraci energie a proteinu. Hlavní příčinou tohoto problému bývá špatně zvolený termín sklizně. Tyto nedostatky bývají často řešeny přidáním vyššího množství jaderných krmiv, dochází také ke snížení stravitelnosti a příjem sušiny bývá nižší, což má negativní vliv na ekonomiku podniku. Největším problémem takto znehodnocených siláží je užitkovost dojnic. Zatímco kvalitní siláže produkují okolo 15 kg mléka, siláže nižší kvality mají produkci o 5-7 kg mléka nižší. Zkrmovaná siláž musí být na nejvyšší hygienické úrovni, nesmí být znehodnocená zeminou a nesmí obsahovat nahnílé, plesnivé nebo zatuchlé části. Takto znečištěné a znehodnocené siláže,

mají při zkrmování špatný vliv na zdraví a užitkovost zvířat. Největší vliv na špatnou kvalitu siláží má špatné zakrytí siláže, špatné dusání silážované hmoty při naskladnění nebo použití nevhodného či žádného silážního prostředku (Kulovaná, 2001).

Velké zdravotní a hygienické hrozby jsou spojovány hlavně s bakteriálními riziky v krmivech, houbami, plísněmi, kvasinkami, ale také aerobně nestabilními silážemi. Jak uvádí Dvořáčková (2010) mezi největší nebezpečí patří skupiny bakterií čeledí *Enterobacteriacea* a *Clostridiaceae*, které působí negativně na kvalitu siláží. Nežádoucí mikroorganismy v silážích lze rozdělit na:

- patogenní mikroorganismy – bakterie,
- mikroorganismy způsobující sekundární kvašení – klostridie,
- mikroorganismy které způsobují aerobní kažení – kvasinky a plísně
- producenty toxinů – plísně a bakterie,
- organismy působící potíže při zpracování mléka – klostridie.

V silážích je také možné najít bakteriální toxiny, ovšem toto riziko je považováno za velmi malé. V určité míře se také mohou v silážích vyskytovat toxické látky rostlinného původu a to v případě, že se v siláži nachází například komonice bílá (*Melilotus alba*) nebo komonice lékařská (*Melilotus officinalis*), které produkují kumarin. Při příznivých podmínkách se kumarin přemění až na dikumarol, což je látka s protisrážlivými účinky (Rada, 2009).

dalším rizikem siláží může být samozáhřev krmiv, který je považován za velmi významný bod produkce zdravotně bezpečných krmiv. V mnoha studiích byl prokázán vliv fyzikálních, biologických, technických a chemických faktorů na samozáhřev siláže. Samozáhřev může mít celou řadu příčin, například naskladnění příliš zavadlých pícnin na silážování, nedostatečné dusání silážované hmoty, vyšší výskyt plevelů s rozdílným zavádáním nebo meziskladování sklizené hmoty před konzervací a trvalým naskladněním. Při samozáhřevu dochází v krmivech ve velké řadě změn a na jejich množství má vliv doba trvání a rozsah. V krmivech může dojít k poklesu výživné hodnoty a stravitelných živin, vytvářejí se produkty Maillardovy reakce, stoupá mikrobiální aktivita, která může způsobit potenciální toxicitu krmiv a v extrémních případech může dojít k požáru, například vysoká teplota v seníku (Křepelka, 2012).

Klostridie jsou v siláži považovány za nežádoucí, ale je nutné s nimi počítat vzhledem k tomu, že se jedná o přirozenou mikroflóru. Aby se předešlo negativním vlivům na siláž je nutné u silážované hmoty co nejrychleji snížit pH (Rada, 2009). Proteolytické klostridie svojí enzymatickou činností mohou při velké degradaci bílkovin vytvářet amoniak, kyselinu máselnou a biogenní aminy. Negativními dopady na siláž jsou pokles sušiny, energie a také změna složení a kvality krmiva. Mnohokrát se ukazuje na větší hladinu amoniaku v periferní krvi, což je způsobeno vstřebáváním amoniaku z bacheru. Zvýšená hladina amoniaku v bacheru je způsobena jeho vysokým množstvím v siláži. Amoniak má negativní vliv na hodnotu pH siláže a jeho množství v siláži ovlivňuje kvalitu siláže. Různé studie zjistili, že vyšší obsah amoniaku je v silážích, kde je nízký obsah sušiny (Dvořáčková, 2010). Rada (2009) popisuje patogenní klostridii *Clostridium botulinum*, která produkuje toxin botulotoxin. Tento toxin je považován za jeden z nejjedovatějších bakteriálních exotoxinů. *C. botulinum* se v dobře konzervovaných silážích, u kterých proběhlo rychlé snížení pH, nevyskytuje.

Kvasinky v průběhu silážování konkurují bakteriím mléčného kvašení tím, že spotřebovávají cukry, které fermentují na ethanol. Větší množství ethanolu v siláži způsobuje velké energetické ztráty (Aragón, 2012). Přítomnost kvasinek v siláži se neprojevuje přeměnou nutričně významných látek, ale aerobní nestabilitou po otevření. Nestabilita siláže se projevuje samozáhřevem a následným odkyselením siláží z důvodu spotřeby kyselin kvasinkami. Pokud jsou takové siláže využívány v krmných dávkách, často způsobují výrazné a krvavé průjmy. Stabilní a vůči kvasinkám odolné siláže nesmí obsahovat kyselinu máselnou a naopak obsahovat alespoň 0,5 % kyseliny octové z hmotnosti siláže (Dvořáčková, 2010). Znehodnocení siláží kvasinkami probíhá při špatném zakrytí siláže a následném přístupu vzduchu, kdy probíhá alkoholové kvašení (Rada, 2009).

Další velice závažný nutričně-zdravotní problém v silážích představují plísňe. Plísňe se objevují v silážích, které byly silážovány nahnilé, silně kontaminované zeminou, namrzlé nebo pokud byla pokosená píce dlouho vystavena vlhkému počasí (Dvořáčková, 2010). Vzhledem k tomu, že jsou plísňe aerobní mikroorganismy, je jejich výskyt patrný především v povrchových vrstvách siláže nebo ve špatně zakrytých silážích (Rada, 2009). Plísňe znehodnocují siláže především rozkladem rozpustných živin, metabolizují kyselinu mléčnou, rozkládají bílkoviny za vzniku produktů alkalické povahy a tím

způsobují aerobní znehodnocení siláže (Doležal a kol., 2012). Vyšší výskyt plísně se také vyskytuje v obalovaných balících, které mají menší hustotu a větší měrný povrch než tradiční siláže. Společně se ztrátami živin jsou plísně nežádoucí také tvorbou spor a mykotoxinů. Pokud je zkrmována zaplísňená siláž, vzniká u přežvýkavců digitální dermatitida indikována jako infekce z krmiva, poruchy reprodukce a bachorového trávení. Vnímání zvířat na mykotoxiny je různé, vliv má druh zvířete, věk a fyziologický stav. U skotu dochází k intoxikaci mykotoxiny méně z důvodu pufrovací schopnosti a aktivity bachorové mikroflóry, která má schopnost snižovat a snášet i vyšší hladiny mykotoxinů. I přesto snižují aflatoxiny produkci těkavých mastných kyselin v bachoru, a tím negativně ovlivňují využití krmiva, produkci mléka, metabolismus lipidů, zvyšují výhřezy rekta, aborty, u teplat mají vliv na pomalejší růst, průjmy. Dalším faktorem, který ovlivňuje výskyt plísně v silážované hmotě je počasí během vegetačního období a sklizně, ale také nedodržení osevního postupu, kdy dochází ke kupení spor plísní a následnému oslabení rostliny. Plísně potřebují ke svému vývoji a rozmnožování kyslík a tak lze jejich výskyt ovlivnit kvalitním udusáním a rychlým uzavřením sila (Dvořáčková, 2010).

Hlavním škodlivým produktem plísní jsou mykotoxiny, mezi nejčastější mykotoxiny v krmivech patří aflatoxin B1, citrinin, ochratoxin, fumonisin, vomitoxin. Mezi producenty těchto mykotoxinů se řadí například *Aspergillus fumigatus*, *aspergillus flavus* a jejich nejčastější aktivita probíhá za chladného počasí a otevřeného silážního žlabu, v době kdy je siláž zkrmována (Rada, 2009).

Aerobní nestabilita se často vyskytuje u siláží, které mají vyšší obsah sušiny, koncentraci živin, nevhodný způsob uskladnění a nevhodný způsob odběru. Snížení aerobní stability lze zjistit mikrobiálním zahříváním, snížením hygienické jakosti a produkční účinností siláže. Pokud se aerobně nestabilní siláže přidávají do TMR dochází ke zvyšování somatických buněk v mléce. Preventivní opatření aerobní nestability začíná při sklizni, kdy je třeba sklízet plodiny s doporučeným obsahem sušiny, dále je nutné mít optimální délku řezanky, silážovanou hmotu dostatečně udusat, zakrýt a při odběru hotové siláže zachovat kompaktnost odběrové stěny s možností ošetření vhodnými prostředky (Dvořáčková, 2010).

Kukuřičná siláž je krmivo, které je velice citlivé na aerobní kažení po otevření sila, studie uvádí ztráty 1,7 % sušiny denně při zvýšení teploty o 10 °C nad 20 °C. Při

otevření siláže, dochází k postupnému zvyšování hodnoty pH a ke snížení nutriční hodnoty vlivem kvasinek, které rozkládají zbytkové cukry a také vytvořenou kyselinu mléčnou (Křepelka, 20112). Možností jak zamezit velkému množení kvasinek a plísní, je využití silážních aditiv heterofermentativními bakteriemi, které vytvářejí kyselinu propionovou nebo octovou (Zimolka, 2008). Mezi příčiny aerobní nestability lze zařadit příliš velkou řezanku, pomalé plnění žlabu a pozdní zakrytí silážované hmoty, nedostatečné množství silážního aditiva nebo nepoužití aditiv a špatný průběh fermentace. Nejčastějším vlivem zahřívání a kažení siláže, především u kukuřičné siláže s vyšším obsahem sušiny, ale i LKS a CCM, je malé množství odebrané siláže a nevhodný způsob odběru. Je často uváděno, že znehodnocení siláže vlivem průniku vzduchu je závislé na poréznosti hmoty. Ta je ovlivněna kompaktností, hustotou, úrovní dusání a délkou řezanky. Dostatečná poréznost hmoty omezuje průnik vzduchu do siláže (Křepelka, 2012).

Vliv rychlého zakrytí je patrný z výzkumu Brueninga a kol. (2018), kteří tento vliv zkoumali. Siláže byly rozděleny na 3 skupiny, první byla uzavřena okamžitě, druhá den po naplnění a třetí skupina byla zakryta čtvrtý den po naplnění. Poté, co proběhly všechny procesy silážování, byla u skupin zkoumaná aerobní stabilita. U třetí skupiny byla zjištěna vysoká aerobní nestabilita, u skupiny druhé byla siláž aerobně stabilnější a nejstabilnější siláž byla ta, která byla zakryta okamžitě po naplnění.

Dalšími faktory ovlivňujícími nestabilitu a zahřívání siláže je pomalé plnění žlabu, přerušování silážování, nešetření silážované hmoty aditivem, nízký průběh kvašení a nejčastější příčinou zahřívání siláže je malé množství denně odebírané siláže a nesprávný způsob odběru (Zimolka, 2008).

Napadají především siláže, které jsou uzavřené v balících a mají poškozený obal, kterým proniká do balíku kyslík. Za přístupu kyslíku se do balíku dostávají listérie, které se zde množí a silážovaný balík znehodnocují. Pokud je zkrmována siláž s vysokým obsahem listérií, způsobuje to u zvířat onemocnění listeriózu (Rada, 2009). Listérie většinou nejsou schopny přežít hodnoty pH pod 5,6, pokud je ale v siláži přítomný kyslík, mohou přežít hodnoty pH 3,8 (Aragón, 2012).

## 2.2. Biochemické procesy při silážování

Sušinu krmné dávky pro skot tvoří z velké části siláž, a proto zkvalitnění krmné hodnoty siláže, včetně lepšího průběhu fermentačního procesu a výživové hodnoty, má velký význam na zdraví a produkci zvířat. Jedním z hlavních úkolů je pečlivé zakrytí, a tím znemožnění přístupu vzduchu k silážované hmotě, aby mohla probíhat fermentace v anaerobních podmínkách (Kulovaná, 2001). Většina autorů rozděluje průběh silážování do 4 fází, a to aerobní proces, fermentační fáze, stabilizační fáze a fáze po otevření siláže a zkrmování. Můžeme se ale setkat s autory, kteří popisují pouze 3 fáze silážování. Tito autoři vynechávají fázi po otevření siláže a zkrmování.

### 2.2.1. Aerobní proces

Tato fáze probíhá již během plnění sila a končí do tří dnů po zakrytí, kdy začne klesat pH. Na počátku fáze uvolněná energie uniká ve formě tepla, postupně se spotřebovává zbytkový kyslík, rozbíhají se Maillardovy reakce a probíhá proteolýza enzymy rostliny (Míka, 1997). Již v průběhu fáze dochází k rozmnožování žádoucích i nežádoucích anaerobních mikroorganismů (Kacerovský a kol., 1989). Délka aerobní fáze lze ovlivnit délkou řezanky a kvalitou dusání. Dle Aragóna (2012) trvá tato fáze při standardních podmínkách 3 dny. Jak uvádí Kudrna (1998) procesy dýchání a proteolýzy mohou být velmi ztrátové a mít tak velký vliv na konečnou siláž. Délka fáze významně ovlivňuje výsledek silážního procesu a podle Kudrny (1998) trvá v rozmezí několika hodin až týdne.

### 2.2.2. Fáze fermentační

Na začátku fáze převažují enterobakterie a bakterie mléčného kvašení nad jinými mikroorganismy. Postupným snižováním pH se snižuje počet enterobakterií a zvyšuje se počet bakterií mléčného kvašení. Množení bakterií mléčného kvašení trvá přibližně 4 týdny, po snížení pH na hodnotu okolo 3,8 se bakterie stávají neaktivními a postupně se redukují (Míka 1997).

Během fermentační fáze homofermentativní bakterie rozkládají cukr na kyselinu mléčnou, tím se sníží pH silážované hmoty. Při poklesu pH na hodnotu 4 se zastavuje rozklad živin, rychlost okyselení má vliv na podíl živin, zejména dusíkatých látek,



v hotové siláži (Ježková, 2010). Snížení pH také tlumí Enzymatickou proteolýzu a rozvoj bakterií, které rozkládají bílkoviny. Při optimálních podmínkách trvá fermentační fáze týden, ale může probíhat až měsíc (Kudrna, 1998). Aragón (2012) uvádí, že při vhodných podmínkách v siláži probíhá proces fermentace 2 – 3 týdny.

Ukazatelem kvality fermentačního procesu je celkové množství kvasných kyselin, které souvisí s množstvím sušiny a lehce rozpustných cukrů v silážované hmotě. Platí že vyšší obsah sušiny způsobuje menší množství kvasných kyselin. Celkové množství kvasných kyselin lze zvýšit použitím aditiv, které zvýší produkci kyseliny mléčné a tím i celkový obsah kyselin. Minimální obsah kyselin v kukuřičné siláži by měl být větší než 2,5 % (Kulovaná, 2001).

### 2.2.3. Fáze stabilizační

Stabilizační fáze je nejdelsí a v průběhu fáze dochází k velkému poklesu počtu mikroorganismů (Kacerovský a kol, 1989). Po přeměně většiny jednoduše fermentovaných cukrů nastává stabilizační fáze. Během této fáze v siláži probíhá velice málo procesů a siláž je tedy stabilní a neměnná. U kvalitních siláží je možné zachovat hotovou siláž po dobu několika let (Aragón, 2012). Stejný názor má také Kudrna (1998), který ve stabilizační fázi popisuje minimum biochemických reakcí. Dle Míky (1997) dochází i v průběhu stabilizační fáze ke slabé difuzi kyslíku skrz krycí plastovou fólii, což způsobuje rozvoj plísní v siláži. Aerobní organismy spotřebovávají organické kyseliny a tím zvyšují pH siláže. Při zvyšování pH se mohou v siláži rozvíjet nežádoucí mikroorganismy, které znehodnocují siláž.

### 2.2.4. Fáze po otevření a zkrmování

Ihned po odkrytí sila, se působením kyslíku na siláž začínají aktivovat mikroorganismy, které mají negativní vliv na kvalitu siláže. Největším problémem je aktivace kvasinek a plísní, které pro svůj růst využívají zbytkový cukr, vzniklou kyselinu mléčnou a jiné látky. Svou činností způsobují kvasinky a plísně zahřívání siláže a tím velké živinové ztráty. Činnost negativních mikroorganismů je možné ovlivnit přidáním aditiv s heterofermentativními bakteriemi, které v siláži během fermentační fáze vytvářejí kyselinu octovou, propionovou a máselnou, a tím inhibují kvasinky a plísně (Aragón,

2012). Stejný názor na rozvoj negativních mikroorganismů a jejich vliv na siláž má Míka (1997), který také uvádí, že k většímu rozvoji plísní a druhů *Bacillus* dochází při pomalém zkrmování siláže.

### 2.3. Silážní aditiva

Silážní aditiva jsou prostředky, které se do siláží přidávají z důvodu lepší konzervace, ochrany hotové siláže, jako produkty k přeměně na kyselinu mléčnou nebo jako látky zvyšující stravitelnost a snižující zahřívání otevřené siláže (Hulsen a Aerden, 2014). První zmínky o využití bakterií, tvořících mléčnou kyselinu, při konzervaci krmiv pocházejí již z roku 1930, ale poznání všeobecné hodnoty bylo zkoumáno až od roku 1996 (Lád, 2006). Na rostlinách se při sklizni vyskytuje přirozené množství mikroorganismů. Jsou zde přítomny například klostridie, kvasinky, plísně, ale také bakterie mléčného kvašení. Na každém druhu plodiny se vyskytuje různé množství jak pozitivních tak negativních mikroorganismů. Vzhledem k této skutečnosti je nutné vyhodnotit vliv těchto mikroorganismů na vytvoření siláže a zhodnotit tak využití nebo nevyužití silážních aditiv (Contraras-Govea a kol., 2014). Kulovaná (2002) uvádí, že i přes snadnou silážovatelnost kukuřice je vhodné použít silážní aditiva, z důvodu zrychlení acidifikace silážované hmoty, snížení ztrát a energie. Jak uvádí Lád (2002), přirozeně se vyskytující bakterie mléčného kvašení jsou na rostlinách přibližně v počtu 100 kolonií na gram, při použití aditiv tento počet stoupne až ke 100 tisícům kolonií na gram krmiva. Použití silážních aditiv může pozitivně ovlivnit stabilitu siláže a z kvalitních siláží vytvořit siláže ještě kvalitnější, je také ovlivněn fermentační proces,lepší se krmná hodnota, stravitelnost a příjem siláže. Od silážních aditiv nelze ovšem očekávat vyřešení veškerých problémů a nedostatků siláže. Pokud jsou silážní aditiva přidány do přestárlé, znečištěné nebo jinak kontaminované píče, nelze očekávat výrazné zlepšení konečné siláže. Silážní aditiva snižují počet tzv. „rizikových“ siláží, které mají nízký obsah sušiny, cukrů, vysoký obsah proteinu, dalších bazických látek a jsou hůře silážovatelné. Aditiva je možné rozdělit na silážní přísady obsahující zdroj cukru, přísady na bázi kyselin a jejich solí, biologické přísady, mikrobiální preparáty a mikrobiálně-enzymatické preparáty (Kulovaná, 2001).

Stejný názor na vliv přidaných aditiv má také Davies (2015), který uvádí, že silážní aditiva neudělají ze špatné siláže dobrou a že přidáním silážních aditiv se nezakryjí špatné manažerské postupy.

Dle Kulované (2001) musí vhodné silážní aditivum:

- Snižovat ztráty živin při kvašení,
- zkvalitnit fermentační proces,
- zlepšit aerobní stabilitu siláže,
- snížit uvolňování silážních šťáv,
- redukovat nežádoucí faktory a tím vylepšit hygienickou kvalitu siláží,
- zlepšit kvalitu konzervovaných krmiv a tím i jejich příjem.

Využití aditiv je třeba zvážit z hlediska požadavků na výsledný produkt a nákladu na jejich nákup a využití (Čermák a Šoch, 1997). Podobně popisuje nepoužívání aditiv Rada (2009), který uvádí, že není vždy nutné používat silážní aditiva, záleží na zeměpisných, klimatických podmínkách, technologii, ale také na ekonomické situaci podniku a tradici. Absence silážních aditiv je možná v případě silážování kukuřičné siláže, která byla sklizená v mléčně voskové zralosti. Rada rozděluje silážní aditiva na:

- aditiva redukující kažení siláže,
- aditiva navyšující množství dusíku,
- aditiva zvyšující množství zkvasitelných cukrů,
- aditiva bakterií mléčného kvašení.

Kyselina mléčná, která v siláži vzniká snižuje pH hmoty a tím snižuje dýchání rostlin, jejich enzymatickou aktivitu a také rozvoj nežádoucích bakterií, plísní a kvasinek (Contreras-Govea a kol., 2014). Dle Mucka (2019) je kyselina mléčná silná kyselina, slabý inhibitor kažení a je snadno fermentovatelná bakteriemi v batoru. Aby bylo docíleno co nejnižších ztrát živin při fermentačním procesu, je nutné co nejrychleji dosáhnout nízkého pH. Při nízkém množství kyseliny mléčné je vysoké pH siláže a tím se siláž stává nestabilní, rychle se zahřívá, plesniví a kazí. Aby se předešlo těmto negativním vlivům je důležité co nejrychleji vytvořit optimální podmínky pro množení bakterií mléčného kvašení a tím zajistit rychlé snížení pH (Tyrolová, 2007). Kvalitní kukuřičné siláže obsahují více než 2 % kyseliny mléčné v původní hmotě, u siláží ze zavadlých píce se sušinou 35 – 40 % se obsah pohybuje mezi 1,5 – 2 %. Pro vytvoření

vhodných podmínek je možné využít vhodné konzervační přípravky, které urychlí kvasný proces a uchovají více živin (Kulovaná, 2001). Bakterie mléčného kvašení lze považovat za probiotické bakterie a to z důvodu jejich příznivého zdravotního stavu na zvířata. V širším významu lze tedy jako probiotické bakterie považovat také silážní aditiva, kde se využívají homofermentativní bakterie mléčného kvašení (Rada, 2009).

Kyselina octová je slabá kyselina, která je však dobrým inhibitorem kažení siláže (Muck, 2019), je produktem heterofermentativních bakterií a její obsah v siláži je žádoucí pouze v nižším množství 0,4 – 0,9 %. Vyšší obsah kyseliny octové má negativní vliv na zvýšenou kyselost siláže, ale činí siláž více aerobně stabilní. Vyšší obsah kyseliny octové je patrný při silážování píce s nižším obsahem sušiny a v silážích, kde se využívá silážní aditivum s heterofermentativními bakteriemi (Kulovaná 2001). Podobné hodnoty kyselin uvádí také Rada (2009) a to 1,7 % kyseliny mléčné, 0,7 % kyseliny octové a do 0,3 % kyseliny máselné.

Aditiva se do silážované hmoty přidávají během sklizně nebo plnění sila, pokud jsou přidány až po otevření sila nebo zvýšení teploty přináší to pouze malý efekt z důvodu špatného zapravení do hmoty (Křepelka, 2012).

V určitých případech se lze setkat s tím, že silážní inokulanty nefungují. Špatný vliv na siláž se může objevit při špatné dávce aditiv do siláže, která by měla být alespoň 10 % přirozeně se vyskytujících bakterií mléčného kvašení. Dalším důvodem může být nízký obsah cukru v plodině, který by bakterie mléčného kvašení využívali nebo obsah sušiny, který ovlivňuje pohyb bakterií v silážované hmotě. Vliv má také specifická plodina a je tedy nutné využívat bakterie, které se na plodině přirozeně vyskytují (Contreras-Govea a kol., 2014). Dalšími důvody, proč silážní aditiva nesplnila funkci je špatné skladování, doprava a použití silážních aditiv po záruční době (Čermák a Šoch, 1997). Velký vliv na konečnou má výběr silážních aditiv. Jak uvádí Muck (2019) použití různých druhů aditiv je závislé na cíli, který má siláž splňovat. Pokud je cílem snadná silážovatelnost plodiny, jsou vhodná aditiva homofermentativní, ale pokud je cílem siláž, která je po otevření stabilní je nutné použít heterofermentativní aditiva produkující kyselinu octovou.

### 2.3.1. Chemická silážní aditiva

Pomocí chemických aditiv se ihned okyselí silážovaná hmota a potlačí se tak nežádoucí mikroorganismy. Aditiva obsahují především kyselinu mravenčí, propionovou a jejich soli. Konzervace kyselinou mravenčí probíhá tak, že potlačí nežádoucí bakterie, nevýhodou však je že neredukuje kvasinky a plísně. Nevýhodu kyseliny mravenčí uvádí také Davies (2015), který popisuje zahřívání siláže vlivem kvasinek. Slabší než kyselina mravenčí je kyselina propionová, přesto redukuje plísně. Z těchto důvodů se kyselina mravenčí využívá u silážování objemných krmiv a na jadrná krmiva se využívá kyselina propionová. Vzhledem k účinnosti kyselin se ve většině přípravků nepoužívá pouze jedna kyselina, ale využívají se jejich kombinace. Možnost využití je široké, jedním z nich je silážování plodin s nízkou sušinou, ale výhodné jsou i pro středně a obtížně silážovatelné píce, u kterých nebylo možné zavaznutí. Chemická aditiva se používají také při konzervaci vlhkého, šrotovaného a mačkaného zrna. U silážování kukuřice se využívají především u metod LKS, CCM a silážování vlhkého zrna, tedy u metod, kde je vyšší obsah sušiny. Vliv mají na potlačení kvasinek, plísní, bakterií a také zajišťují aerobní stabilitu siláže (Tyrolová, 2007). Chemická aditiva se také často využívají k ošetření horní vrstvy silážované hmoty, případně i boků (Loučka a kol., 1999). Jedná se o finančně náročnější alternativu, ale s jistotou dobře a dlouhodobě zakonzervované siláže. O použití chemických aditiv rozhoduje mnoho faktorů, například druh plodiny, stadium zralosti sušina silážované hmoty, ale také počasí během sklizně (Tyrolová, 2007). Další možností využití chemických aditiv je aplikace organických kyselin na stěnu siláže, aby bylo zamezeno aerobním změnám (Doktorová, 2004).

Do siláží se mohou také přidávat soli kyselin, například soli benzoové, sorbátové a dusitanové kyseliny. Benzoát a sorbát inhibují plísně a kvasinky, tím zlepšují aerobní stabilitu siláže, aditiva s dusitanem zabraňují vývoji enterobakterií a klostridií (Davies, 2015).

Dle Křepelky (2012) lze od chemických aditiv očekávat:

- Větší uchování zbytkových pohotových cukrů v silážích,
- redukcí snížené krmné hodnoty
- zlepšení zdravotní a hygienické nezávadnosti krmiva v důsledku inhibice nežádoucích mikroorganismů

- snížení rozkladu bílkovin v důsledku snížení hodnoty pH.

Při použití silážních aditiv je důležité, aby se aplikovaly rovnoměrně, v plné dávce a doporučeným technologickým návodem. Volba aditiva je důležité volit podle složení silážované hmoty, obsahu sušiny a koncentraci živin v sušině. Chemická aditiva se využívají při méně příznivých podmínkách, a to u konzervovaných pícnin s nízkým obsahem sušiny a velkým množstvím dusíkatých látek (vojtěška, lupina, hrách), u nedostatečně zavadlé hmoty s obsahem sušiny po 26 – 28 %, u sklizně ve vyšším vegetačním stádiu a u krmiv s větší náchylností k aerobnímu kažení ( LKS siláže, silážované vlhké zrno kukuřice). Účinné použití chemických aditiv má vliv na lepší stabilitu a fyziologickou neškodnost, na nežádoucí mikroflóru, na hygienickou kvalitu, jsou zdrojem živin a ovlivňují konverzi živin ošetřené krmiva. Naopak negativními faktory jsou korozivní účinky kyselin a jejich těkavost, aplikace v neřaděném stavu a je nutné zajistit homogenní rozdělení do celé ošetřované hmoty (Křepelka, 2012).

### 2.3.2. Biologická silážní aditiva

Biologické konzervanty se využívají pro zlepšení fermentačního procesu a zvýšení počtu žádoucích bakterií z důvodu nízkého počtu přirozeně se vyskytujících bakterií mléčného kvašení. Je možné použít tekutou nebo granulovanou formu. Výhodou tekutých přípravků je rovnoměrná aplikace na silážovanou hmotu, nevýhodou je naopak omezená doba skladování, jinak ztrácí bakterie aktivitu. U granulovaných přípravků nelze očekávat rovnoměrnou aplikaci na hmotu, není doporučeno je použít na hmotu se sušinou větší než 45 % a u silážování balíků z důvodu vysokých ztrát přípravků. Výhodou je delší doba skladovatelnosti. Biologická aditiva obsahují pouze bakterie mléčného kvašení a nazývají se bakteriální nebo mohou společně s bakteriemi mléčného kvašení obsahovat i enzymy, pak se nazývají bakteriálně-enzymatické. Přidání bakterií mléčného kvašení do silážované hmoty zajistí posílení žádoucí mikroflóry, fermentační proces proběhne rychleji a zachová se více živin. Většina biologických konzervantů obsahuje více druhů a kmenů bakterií z důvodu vzájemného doplňování obsažených bakterií (Tyrolová, 2007).

Bakterie, které se přidávají do siláží jako silážní aditiva se dělí na homofermentativní a heterofermentativní. Homofermentativní bakterie v silážích

produkují převážně kyselinu mléčnou, mohou také redukovat amoniak, kyselinu octovou a máslovou, svým vlivem zlepšují výkonnost zvířat a snižují neviditelné silážní ztráty. Heterofermentativní bakterie se přidávají do siláží pro produkci kyseliny mléčné, octové, vody a CO<sub>2</sub>. Tento typ bakterií se do siláží přidává zejména z důvodu aerobní stability při otevření siláže, mírně zvyšuje hladinu amoniaku a kyseliny máselné (Davies, 2015).

Téměř všechny přípravky obsahují *Enterococcus faecium* a *Lactobacillus plantarum*, které se řadí mezi homofermentativní bakterie. Hlavním produktem bakterií homofermentativního kvašení je kyselina mléčná. Z jedné molekuly glukózy bakterie vytvoří 2 molekuly kyseliny mléčné. Při kvašení heterofermentativním vznikají společně s kyselinou mléčnou také kyselina octová, mravenčí, aj. Mezi heterofermentativní bakterie patří *Lactobacillus buchneri*. Bakterie heterofermentativního kvašení se používají ke zvýšení aerobní stability po otevření siláže. Aerobní stabilitu po otevření siláže zajišťuje kyselina octová, která zabraňuje růstu a vývoji kvasinek. Vědecké studie uvádí, že aerobní stabilitu zlepšují přípravky obsahující pouze *L. buchneri*, ale také přípravky *L. buchneri* společně s homofermentativními bakteriemi. Studie zaměřené na rozdíl mezi silážemi s využitím aditiv a bez využití zjistily, že rozdíl mezi konečným pH nebyl výrazný, avšak rychlejší pokles pH u použití aditiv omezil fermentační ztráty (Tyrolová, 2007).

Jak uvádí Tyrolová (2007), lze na trhu najít přípravky, které se skládají z bakteriální složky a růstového média. Bakterie se v růstovém médiu 24 hodin před aplikací inhibují a ve stanovenou dobu se změní hodnota pH roztoku. Roztok se doporučuje aplikovat na píci, pokud je pH 4,2. Některé přípravky se v případě správného pH zbarví do sytě žluté barvy a není tedy potřeba provádět měření. Výhodou tohoto systému, který se nazývá livesystem, je použití již aktivních bakterií do silážované hmoty, což zrychluje jejich množení.

### 2.3.3. Kombinovaná aditiva

Mezi kombinovaná aditiva patří bakteriální složka s enzymy, které jsou pro fermentační proces důležité množstvím vodorozpustných cukrů v silážované hmotě, které využívají bakterie mléčného kvašení. V případě nedostatku těchto cukrů, je možné silážovanou hmotu doplnit aditivem obsahujícím enzymy (Loučka a kol. 1999). Silážní

aditiva s enzymy se využívají při silážování částečně zavadlých píceň, kukuřice nebo při dělené sklizni kukuřice. Výběr správného aditiva se bude řídit podle skladby enzymů a jejich specifické aktivity, která uvolňuje cukry z rostlinných složek, které jsou za standardních podmínek bakteriemi mléčného kvašení nevyužívány. Enzymy jsou specifické bílkoviny, které katalyzují průběh biochemických reakcí. Svoji činností rozkládají polysacharidy přítomné silážované hmotě na jednodušší cukry, které jsou přístupné pro bakterie mléčného kvašení. Nejčastěji používané enzymy jsou především ty s hydrolytickým účinkem jako celulóza, hemicelulóza, které štěpí celulózu a hemicelulózu na jednoduché cukry. Využívají se hlavně při silážování středně a obtížně silážovaných píceň. Dalším enzymem je amyláza, která patří mezi amylolytické enzymy a štěpí škrob. Tento enzym je využíván u kukuřičné siláže sklizené metodou LKS. Přeměnu glukózy na kyselinu glukonovou a peroxid vodíku zajišťuje oxidoredukční enzym glukózaoxidáza (Tyrolová, 2007). Opačný názor na enzymy má Davies (2015), který píše o malém přínosu pro silážování a využití přežvýkavců během výkrmu.

Další kombinovaná aditiva jsou biologicko-chemická. Jako chemická složka se používají soli kyseliny benzoové, sorbové. Bakterie v této kombinaci optimalizují fermentaci a kyseliny blokují růst plísní, kvasinek a částečně i hnilobných mikroorganismů. Soli kyseliny benzoové potlačují zejména plísně a v kyselém prostředí nežádoucí skupiny bakterií, soli kyseliny sorbové potlačují kvasinky a plísně. Využití těchto aditiv je především při ohrožení aerobní stability u otevřených siláží. Často se tedy biologicko-chemická aditiva používají u siláží s malým denním odběrem nebo u siláží které jsou zkrmovány v letním období (Tyrolová, 2007).

Contreras-Govea a kol (2014) odkazují na studii, která porovnávala nenaočkovanou siláž a siláž naočkovanou kombinací homofermentativních a heterofermentativních bakterií. Po zhodnocení bylo zjištěno, že siláž obsahující přídavek obou typů bakterií má více kyseliny mléčné a octové a méně kvasinek. Tato studie tedy uvádí lepší aerobní stabilitu u silážními aditivy ošetřené siláže.

#### 2.3.4. Ostatní silážní přísady

Sacharidy se do siláží přidávají z důvodu pohotové energie pro bakterie mléčného kvašení, ve formě lehce rozpustných cukrů. Aplikace je možná přímo na silážovanou



hmotu nebo se často přidávají do biologických aditiv. Nejvíce používanou sacharidovou přísadou je melasa, která by se měla aplikovat speciálním aplikátorem. Nevhodná je aplikace melasy na vrchní udusanou vrstvu (Kudrna, 1998).

Absorbenty se využívají k zvýšení obsahu sušiny silážované hmoty. V našich podmínkách se často využívá řezaná nebo štípaná sláma, obilné šroty, plevy a jiné odpady vzniklé při čištění obilného zrna. V zahraničí se také používají sušené cukrovarské řízky nebo louhované slaměné granule (Kudrna, 1998).

Voda jako silážní přísada se moc často nevyužívá, možné je přidání v případě obsahu sušiny vyšší než 60 %. V případě takové sušiny se ovšem nedoporučuje hmotu silážovat, ale raději z hmoty vyrobit seno. Vodu se také přidává do siláže společně s melasou. Přidáváním vody se snižuje koncentrace živin (Kudrna, 1998).

K použití suchého ledu v siláži se přistupuje v případě snížení teploty v horní vrstvě silážované hmoty. Suchý led se do siláží aplikuje tak, že se v pravidelných vzdálenostech položí na vrchní vrstvu a poté se rozdrtí na malé kousky a rozjezdí se dusacím strojem. V současné době se suchý led nevyužívá z důvodu vysoké ceny (Kudrna, 1998).

Syrovátka se využívá k rychlému snížení pH v silážované hmotě. Podobný vliv měly sušené syrovátkové kultury, které se před aplikací smíchaly s vodou (Kudrna, 1998).

Často je možné v aditivech mít také sušené kvasinky, vitamíny, stopové prvky, minerální látky a barviva. Tyto látky mají za úkol posílit účinky bakterií, které se v aditivech vyskytují (Kudrna, 1998).

### 3. Materiál a metodika

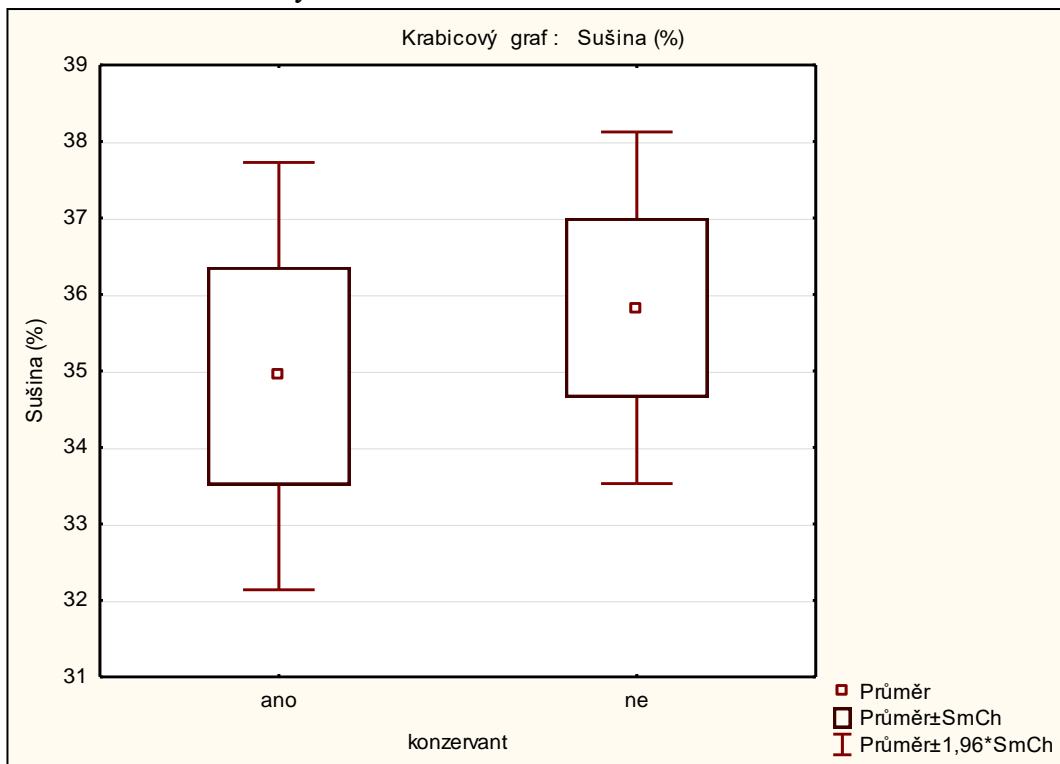
Vzorky k diplomové práci byli dodány z firmy Zemědělská Klučice a.s., která vznikla v roce 1997. Farma se zabývá především chovem dojného skotu plemene holštýn, ale chová také 100 kusů masných krav. V rostlinné výrobě se specializují na výrobu objemných krmiv pro živočišnou výrobu a bioplynovou stanici, pěstují také krmné odrůdy ozimé pšenice, triticales a řepku. Vzorky byly odebírány ze siláží ošetřených silážními aditiva a ze siláží bez ošetření v letech 2017 – 2019.

Rozbor vzorků probíhal na Zemědělské fakultě Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích a hodnotila se sušina, NEL a NEV, vláknina, škrob, dusíkaté látky, tuk, popel, pH, kyselina mléčná a kyselina octová. Sušina byla stanovena vložení vzorku do sušárny, kde byla ponechána 3 – 6 hodin při teplotě 103 °C. Hodnocení vlákniny proběhlo na přístroji ANKOM a bylo rozděleno na NDF, ADF a ADL. Množství škrobu se zjišťuje pomocí kyseliny chlorovodíkové a ethanolu. Obsah dusíkatých látek byl zjištěn metodou dle Kjeldahla na přístroji Kjeltec, tuk se hodnotil na přístroji Soxtec metodou dle Soxhleta a pH bylo změřeno pH metrem.

Pro vytvoření grafů a tabulek byly použity programy MS Word a MS Excel a následně byli výsledky porovnány v programu STATISTIKA 10.1 pomocí regresních lineárních modelů. Z hodnocených vzorků byly vytvořeny průměry ze 3 sledovaných let a porovnávány mezi sebou siláže s přidáním aditiv a bez aditiv.

## 4. Výsledky a diskuze

Graf č. 1: Obsah sušiny



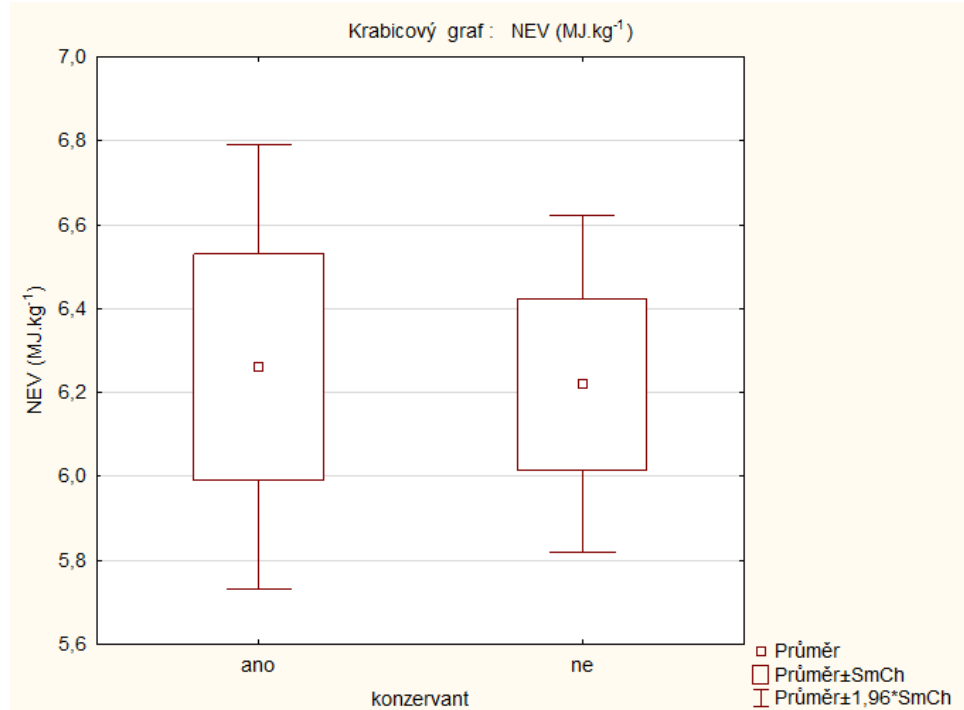
Tabulka č. 1: obsah sušiny

	2017		2018		2019	
	S aditivy	Bez aditiv	S aditivy	Bez aditiv	S aditivy	Bez aditiv
Sušina %	32,2	33,5	35,6	36,74	37	37,24

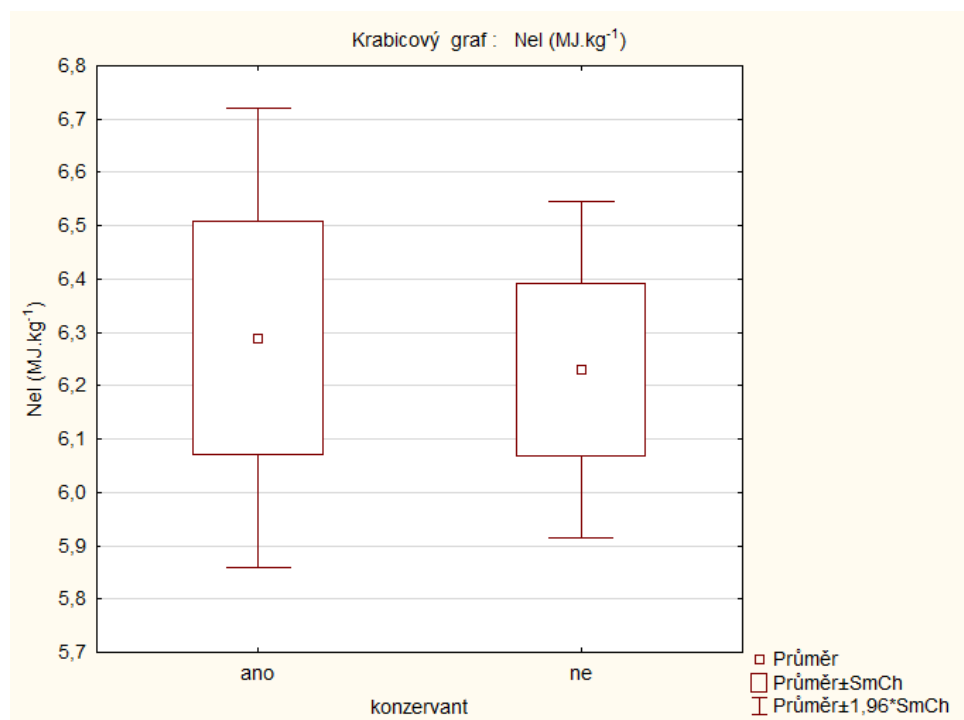
Velký vliv na úspěch silážování má obsah sušiny v silážované hmotě. Obecně se doporučuje sklízet kukuřici při sušině 28 – 34 %, kdy je také optimální asimilace škrobu. Pokud je sušina siláže vyšší než 40 % je značné riziko, že mohou být zdrojem technologických a zdravotných potíží (Doktorová, 2004). S tímto tvrzením nesouhlasí Jambor, který v článku silážování jazykem zemědělců uvádí, že stabilní siláž s dobrou výživnou hodnotou lze vytvořit se sušinou 28 – 45 %. Pokud má siláž sušinu pod 28 % vznikají problémy s tvořením silážních tekutin, se kterými odtéká mnoho živin. Obsah sušiny také ovlivňuje účinek dusání, silážní hmota o nižší sušině se lépe dusá, ale pro stabilitu potřebuje vyšší pH, naopak vyšší sušina se udusává hůře, a tím se mohou v siláži

objevovat kvasinky a plísně. Nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl obsah sušiny mezi siláží s přídatkem aditiv a bez aditiv  $p > 0,05$ .

Graf č. 2: vliv aditiv na NEV



Graf č. 3: vliv aditiv na NEL

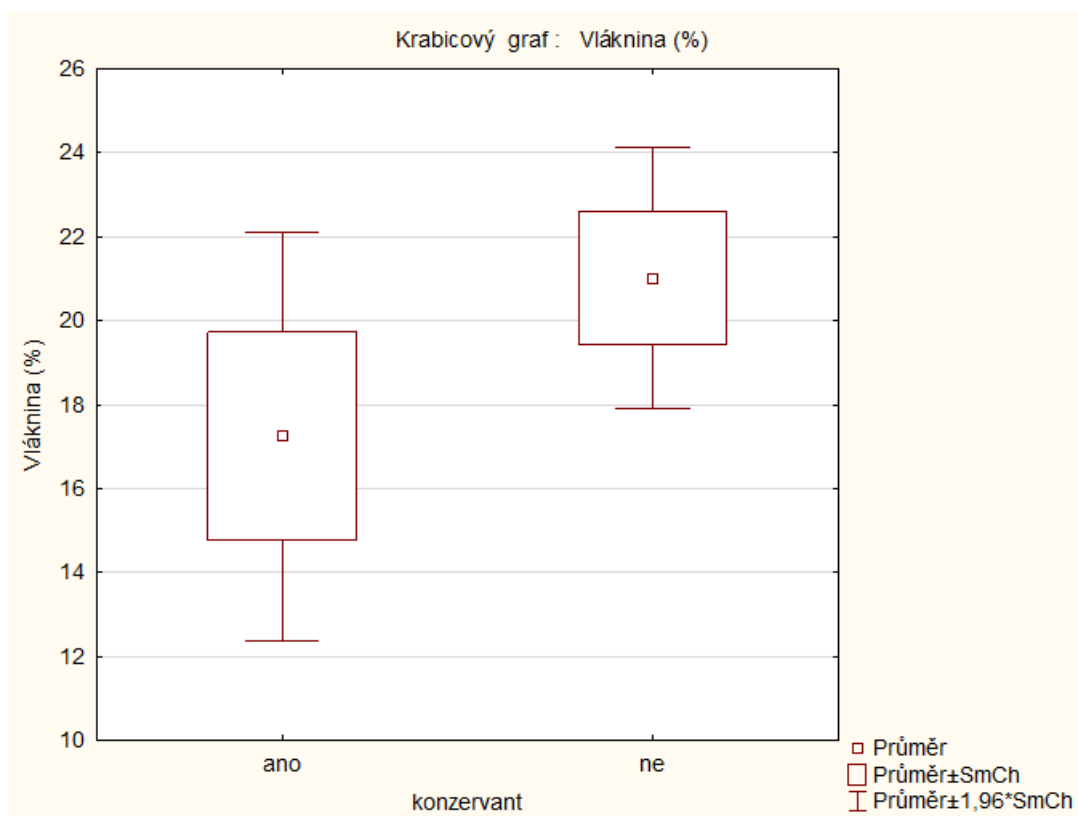


Tabulka č. 2: obsah NEV a NEL

	2017		2018		2019	
	S aditivy	Bez aditiv	S aditivy	Bez aditiv	S aditivy	Bez aditiv
NEV Mj.kg <sup>-1</sup>	6,15	6,04	6	6,55	6,72	6,1
NEL Mj.kg <sup>-1</sup>	6,16	5,9	5,85	6,6	6,77	6,16

Energie obsažená v kukuřičné siláži je po zkonzumování mimo jiné využívána na záchovu, tvorbu mléka a přírůstky. Energie využitá pro tvorbu mléka se označuje jako NEL (netto energie laktace) a energie využívána k růstu se nazývá NEV (netto energie výkrmu). Krmná dávka obsahuje určité množství Brutto energie, která je rozdělována na energii tuhých výkalů a stravitelnou energii, ta se dále dělí na energii moče, plynů a metabolizovatelnou energii. Metabolizovatelná energie se rozděluje na tepelné ztráty a netto energii. Množství energie v kukuřičné siláži může pozitivně ovlivnit užitek dojníc, proto je snaha o zlepšování kvality siláží a tím zvýšení obsažené energie v siláži (Zeman, 2006). Dle Borreaniho a kol. (2018) lze obsah energie výrazně ovlivnit délkou řezanky a výběrem správného termínu sklizně, proto je důležité používat vhodnou technologii při sklizni a dobu silážování. Množství NEL a NEV nebylo ovlivněno přidáním silážních aditiv do silážované hmoty, neprokázal se tedy statisticky významný rozdíl  $p > 0,05$ .

Graf č. 4: Účinek aditiv na vlákninu



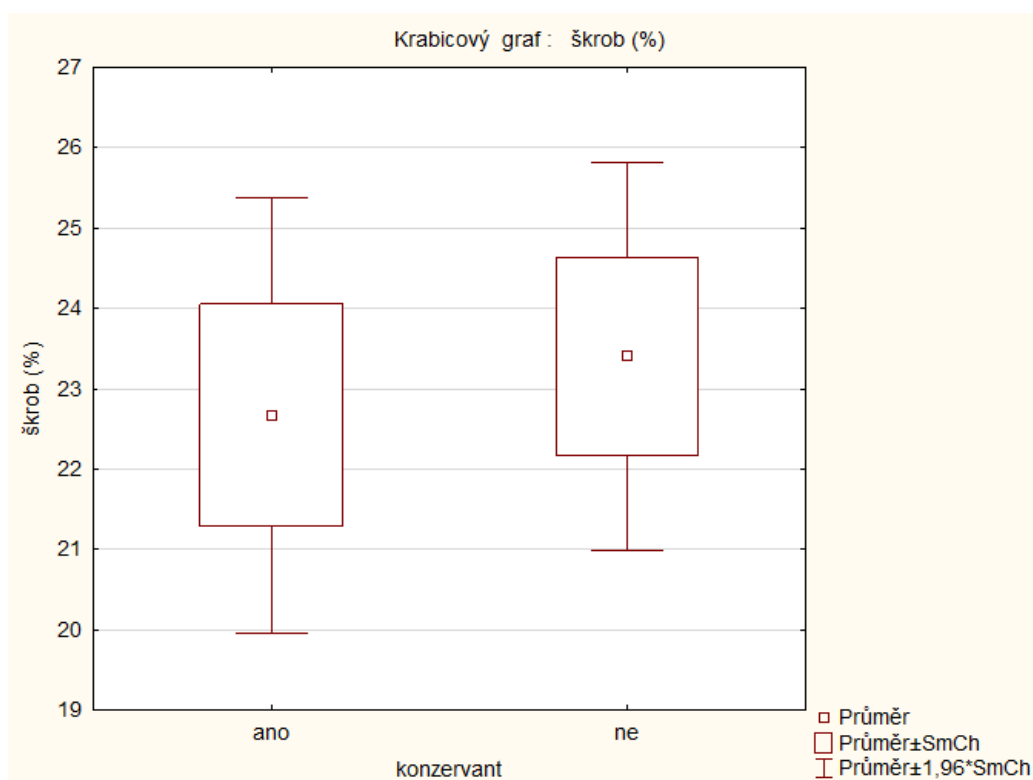
Tabulka č. 3: obsah vlákniny

	2017		2018		2019	
	S aditivy	Bez aditiv	S aditivy	Bez aditiv	S aditivy	Bez aditiv
Vláknina %	20,4	20,92	12,35	23,8	19	18,3

Vláknina je pro skotu důležitá vzhledem k její podpoře bachorové funkce, ovlivnění mléčné užitkovosti, přežvykování, úpravy hodnoty pH v bachoru a pocitu nasycenosti. Stravitelná vláknina, která je zdrojem celulózy pro mikroflóru žijící v bachoru, ovlivňuje syntézu kyseliny octové, která zlepšuje podíl pevných částic v mléce (Kudrna, 1998). Obecné rozdělení vlákniny je na strukturální, acidodetergentní, neutrálně detergentní a rozpustná. V kompletní směsné krmné dávce by měl být podíl vlákniny do 16 %, z toho 17 – 21 % ADF, 28 – 31 % NDF, 30 % degradované vlákniny (Pařilová, 2007). Dle Mikysky (2015) je vhodné množství vlákniny v siláži 20,4 % v sušině.

Yansari a kol. (2004) zjistil, že velké množství vlákniny v hmotě způsobuje ztráty energie, které mohou být využity k tvorbě mléka, pro záchovu nebo růst, ke stejným výsledkům došel ve své studii Suzuky a kol. (2004). Stejně jako u sušiny, NEL a NEV nebyl ani u vlákniny prokázán statisticky významný rozdíl mezi siláží s aditivy a bez  $p > 0,05$ .

Graf č. 5: Účinek aditiv na škrob



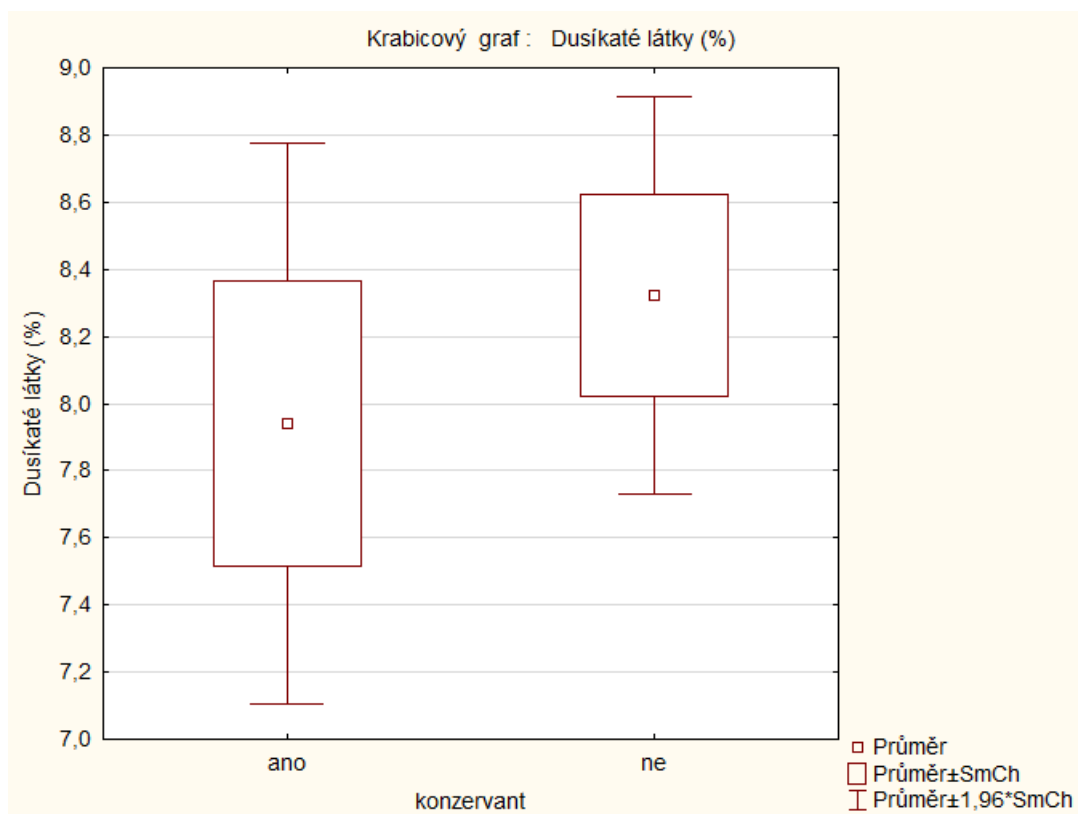
Tabulka č. 4: obsah škrobu

	2017		2018		2019	
	S aditivy	Bez aditiv	S aditivy	Bez aditiv	S aditivy	Bez aditiv
Škrob %	20,1	21,18	23,07	23,61	24,84	25,43

Škrob není z hlediska silážování důležitý, protože bakterie mléčného kvašení využívají jednoduché cukry obsažené v silážované hmotě. To však neznamená, že by se měl opomíjet jeho obsah, ten je důležité sledovat v krmné dávce. energii obsaženou ve škrobu využívají bachorová mikroflóra a i takto je možné ovlivnit užitkovost dojníc. Vhodné je také sledovat zda je škrob dostatečně dostupný pro bachorovou mikroflóru.

Pokud je zvolena špatná doba sklizně a plodiny se sklízí ve vyšším stupni zralosti nebo je příliš dlouhá řezanka obsahují výkaly dojníc vyšší množství škrobu, který nebyl využit bachorovou mikroflórou. Přídavek aditiv neměl významný vliv na obsah škrobu v siláži a nebyl tedy zjištěn statisticky významný rozdíl  $p > 0,05$ .

Graf č. 6: vliv aditiv na dusíkaté látky



Tabulka č. 5: obsah dusíkatých látek

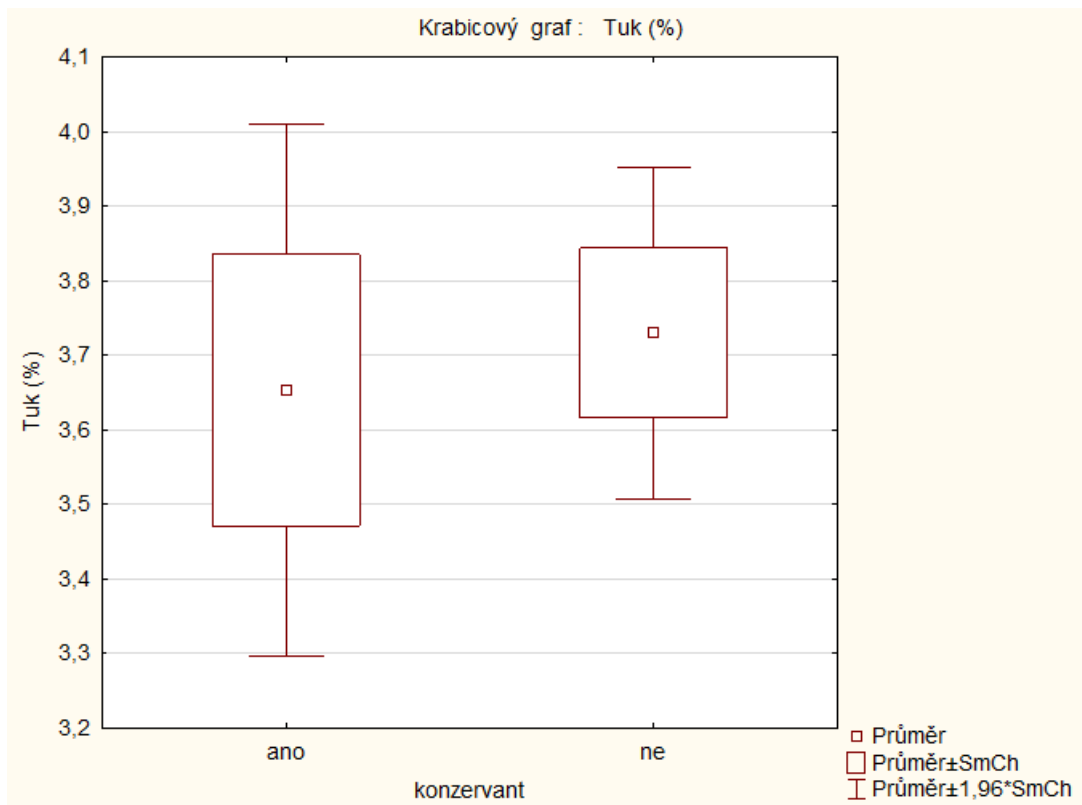
	2017		2018		2019	
	S aditivy	Bez aditiv	S aditivy	Bez aditiv	S aditivy	Bez aditiv
Dusíkaté látky %	8,49	8,9	8,23	8,19	7,1	7,88

Je nutné mít vyvážený a stabilní příjem dusíkatých látek v krmné dávce vzhledem k tomu že těla živočichů nejsou schopna si vytvářet zásoby dusíkatých látek k obnově a stavbě buněk. Dusíkaté látky jsou základem veškerého života, vedle toho jsou také částečným zdrojem energie. Nevhodný je také nadbytečný příjem dusíkatých látek, ten



může způsobit poruchy reprodukce, během březosti způsobuje nadbytek velký růst plodů a po otelení negativně ovlivňuje kvalitu mleziva (Boučka, 2006). Aditiva nemají vliv na obsah dusíkatých látek v siláži, nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl  $p > 0,05$ .

Graf č. 7: vliv aditiv na tuk



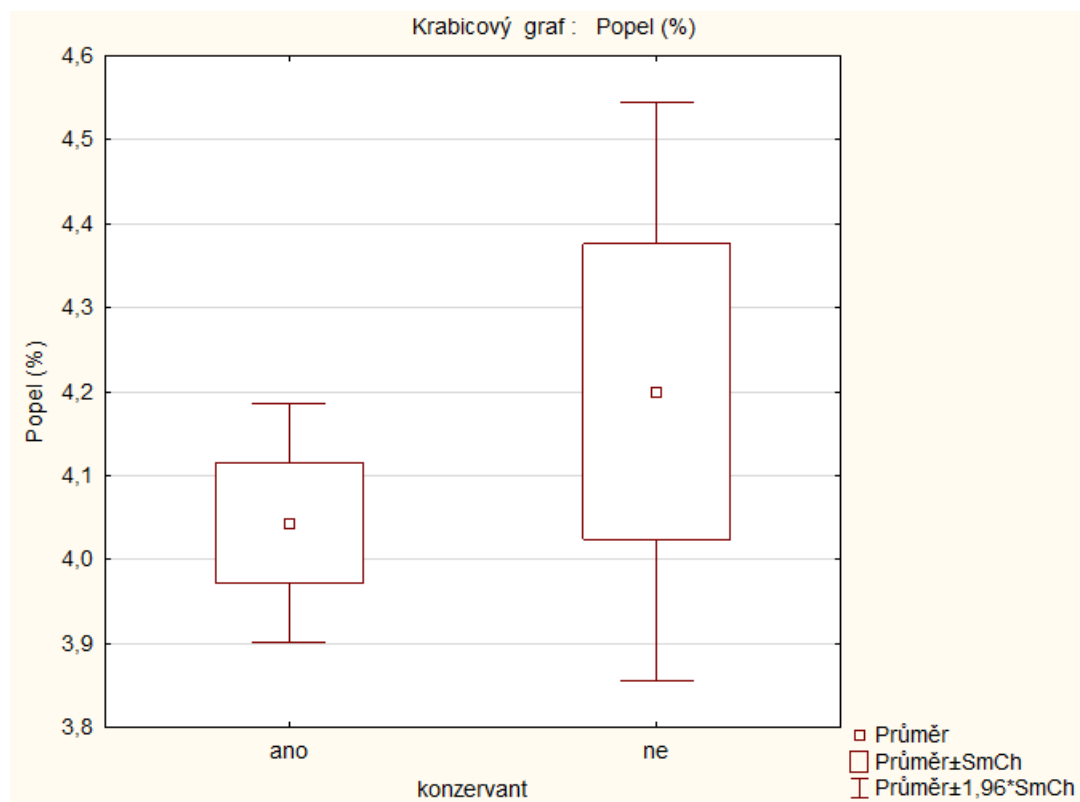
Tabulka č. 6: obsah tuku

	2017		2018		2019	
	S aditivy	Bez aditiv	S aditivy	Bez aditiv	S aditivy	Bez aditiv
Tuk %	3,34	3,52	3,65	3,76	3,97	3,91

Tuky se řadí mezi hlavní energetické látky společně se sacharidy a dusíkatými látkami. Dle Prýmase (2017) jsou na rozdíl od sacharidů a dusíkatých látek tuky nejkoncentrovanější zdroj energie. Nejdůležitějším obdobím pro krmení tuku je porod a poporodní období do přibližně 80. dne, v tomto období potřebuje dojnice velké množství energie. Pokud není dostatečně uhrazen podíl energie z krmiva, dojnice spotřebovává své energetické zásoby a může u nich docházet ke ketóze, zmenšení tukových podložek u

paznehtů, což způsobuje kulhání, dojnice ztrácí hmotnost a mají problémy s reprodukcí. Dodávat potřebnou energii škroby není vhodné z důvodu zvýšení mikrobiální fermentace a snížení pH, zároveň se snižuje tvorba acetátu a zvyšuje se tvorba propionátu v bachoru. Rovněž se snižuje produkce vitamínu B, klesá mléčná užitkovost a zvyšuje se počet somatických buněk. V současné době je ve světě tendence zvyšovat počet tuků v krmné dávce. Dojnice lépe regenerují po porodu a jsou v lepší kondici pro další zabřeznutí. Důležité je přihlížet na úroveň nasycení a profil mastných kyselin, který se u tuků liší. Mastné kyseliny mohou částečně ovlivnit množství tuku v mléce. Nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl obsahu tuku mezi siláží s aditivou a bez aditiv  $p > 0,05$ .

Graf č. 8: vliv aditiv na popel

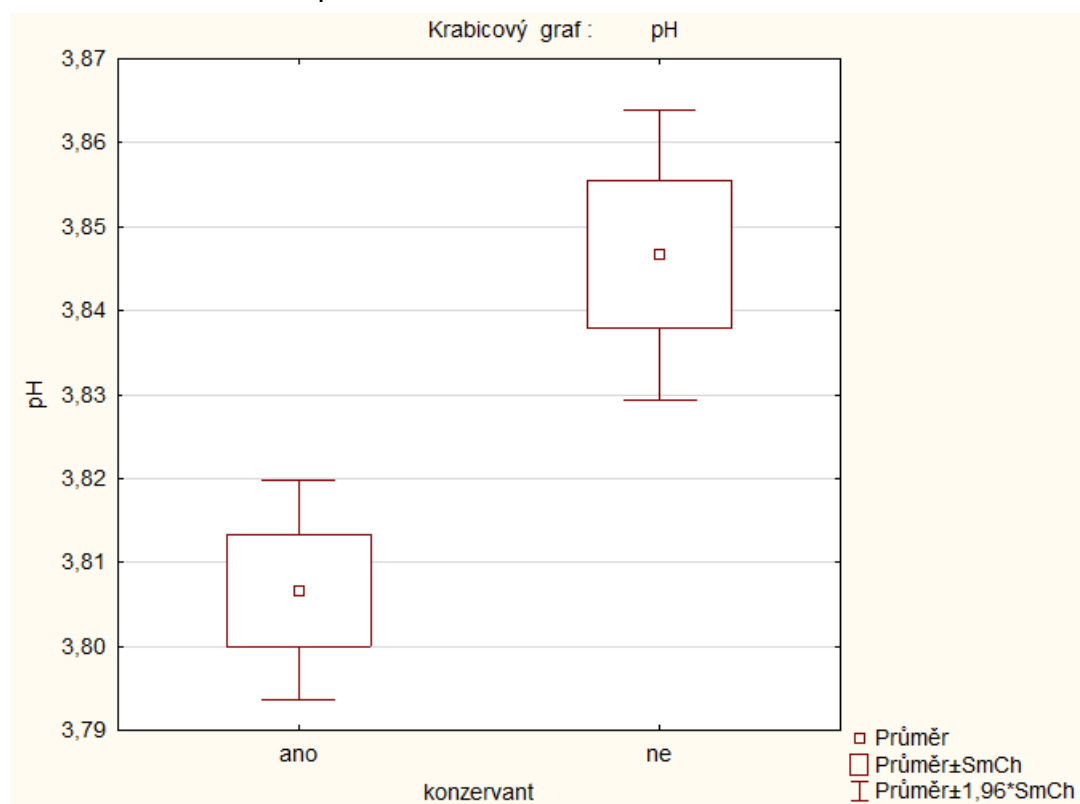


Tabulka č. 7: obsah popela

	2017		2018		2019	
	S aditivy	Bez aditiv	S aditivy	Bez aditiv	S aditivy	Bez aditiv
Popel %	4,13	4,29	4,1	4,45	3,9	3,86

Pojmem popeloviny jsou označovány látky v krmivu, které při stanovení stravitelnosti krmiv zůstanou po spálení krmiva. Tato část krmiva je nestrávitelná a na zvíře nemá prakticky žádný vliv. Obsah popela může být výrazně ovlivněn znečištěným siláží například zeminou, ale vliv má také sklizená plodina a počasí během sklizně (Křepelka, 2010). Nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi siláží ošetřenou a neošetřenou  $p > 0,05$ .

Graf č. 9: vliv aditiv na pH



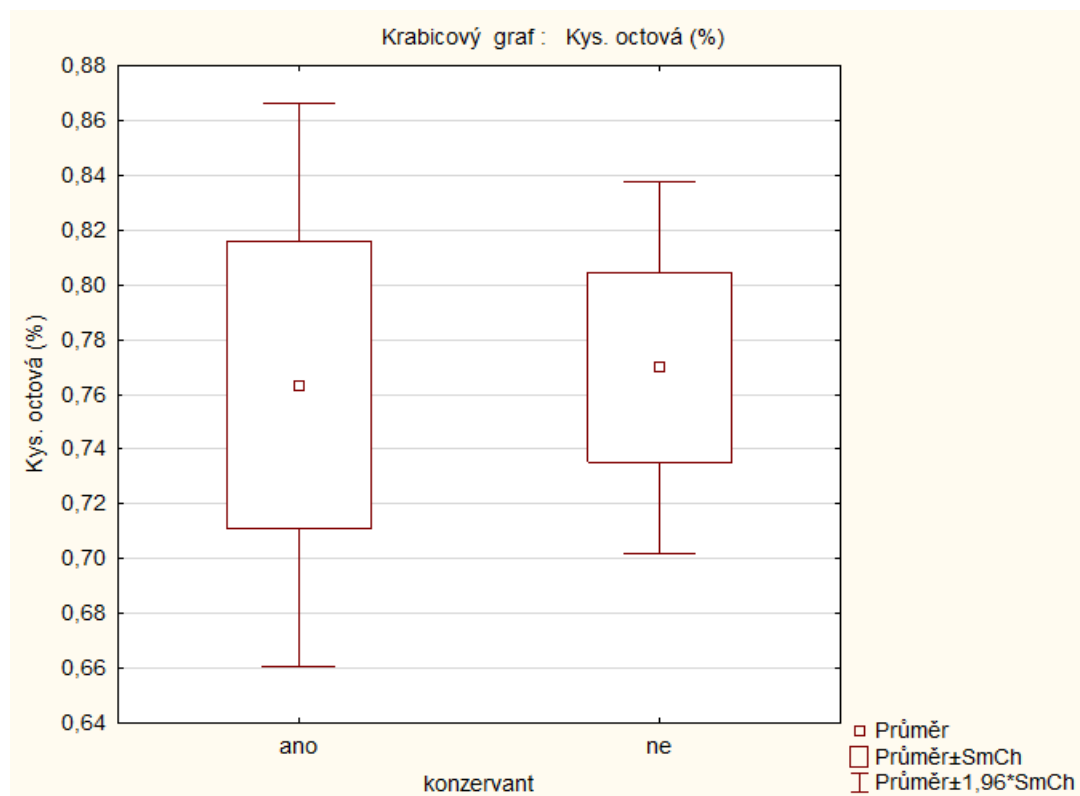
Tabulka č. 8: hodnota pH

	2017		2018		2019	
	S aditivy	Bez aditiv	S aditivy	Bez aditiv	S aditivy	Bez aditiv
pH	3,8	3,85	3,82	3,86	3,8	3,83

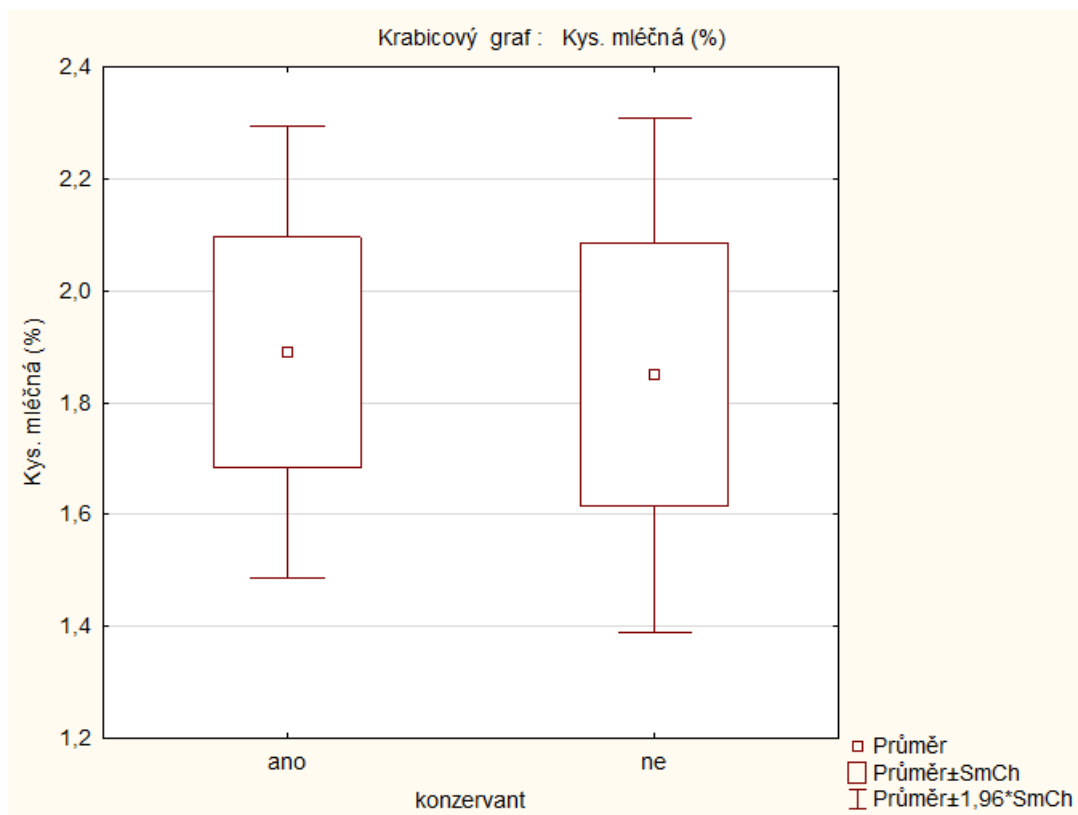
Nežádoucími mikroorganismy, které jsou ovlivněny poklesem pH jsou klostridie, kvasinky a další. U klostridií je nejdůležitější rychle snížit pH siláže, aby se zamezilo jejich aktivnímu rozkládání významných živin. V siláží, kde je vyšší výskyt klostridií, je

vyšší obsah amoniaku, kyseliny máselné a biogenních amidů. Vyšší obsah amoniaku ve zkrmované siláži ovlivňuje vyšší hladinu amoniaku v krvi. Klostridie také negativně ovlivňují sušinu siláže, kvalitu a složení krmiva. Kvasinky jsou velkým konkurentem bakterií mléčného kvašení. Spotřebovávají cukr, který fermentují na ethanol a tím znehodnocují siláž. Pokud jsou v siláži kvasinky přítomné, neprojevuje se jejich přítomnost změnou nutričně významných látek, ale aerobní nestabilitou po otevření. To se projevuje samozáhřevem siláže a jejím odkyselováním, zkrmování takovýchto siláží významně ovlivňuje zdravotní stav zvířat. Rychlé snížení pH je jediným způsobem, jak rychle zastavit množení a rozvoj kvasinek (Dvořáčková, 2010). Shaver a kol. (1984) uvádí, že pH výrazně ovlivňuje příjem krmné dávky. Ve studii bylo zjištěno, že zvýšení pH na 4,46 zvýší příjem sušiny o 1,1 kg/den. Nejvyšší příjem sušiny byl při pH 5,62 a to o 1,2 – 1,4 kg/den, naopak výrazné zvýšení siláže až na pH 8 snížilo příjem o 0,5 – 0,7 kg/den. Pouze u hodnoty pH byl zaznamenán statisticky významný rozdíl  $p < 0,05$ .

Graf č. 10: vliv aditiv na kyselinu octovou



Graf č. 11: vliv aditiv na kyselinu mléčnou



Tabulka č. 9: obsah kyseliny octové a mléčné

	2017		2018		2019	
	S aditivy	Bez aditiv	S aditivy	Bez aditiv	S aditivy	Bez aditiv
Kyselina octová %	2,2	2,3	1,97	1,74	1,5	1,51
Kyselina mléčná %	0,83	0,77	0,8	0,83	0,66	0,71

Množství kyselin ovlivňují bakterie, které se přirozeně vyskytují na rostlinách a přidané do silážované hmoty aditivy. Kyselinu mléčnou vytvářejí homofermentativní bakterie, kyselinu octovou vytvářejí bakterie heterofermentativní (Ježková, 2010). V případě, že není dostatečné množství bakterií mléčného kvašení, hrozí riziko ethanolového kvašení a vzniká tzv. ethanolová siláž (Driehuis, 1999). Vhodné není

v tomto případě ani použití chemických konzervačních přípravků na bázi organických kyselin, které sice eliminují tvorbu ethanolu, ale také kyseliny mléčné a octové. V siláži je důležitý obsah jak kyseliny mléčné, tak kyseliny octové. Kyselina mléčná snižuje pH hmoty, a tím ovlivňuje enzymatickou aktivitu plodin a vývoj nežádoucích mikroorganismů. Kyselina octová je důležitá z hlediska aerobní stability po otevření siláže. Pokud je obsah kyseliny octové nízký, probíhá po otevření siláže rozvoj kvasinek a plísní (Muck, 2019). Přidání aditiv nemělo žádný vliv na obsah kyselin oproti neošetřené siláži, nebyl tedy prokázán statisticky významný rozdíl  $p > 0,05$ .

U vzorků kukuřičné siláže mezi lety 2017 – 2019 byl zjištěn statisticky významný rozdíl pouze u hodnot pH, tedy hodnota  $p < 0,05$ , u zbylých hodnot nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl  $p > 0,05$ . Dle výsledku je tedy patrné, že silážní aditiva nemají žádný vliv na výslednou hodnotu siláže.

Hodnota pH je jednou z nejvýznamnějších hodnot při silážování. pH ovlivňuje výskyt nežádoucích mikroorganismů jako jsou klostridie, kvasinky, plísně, apod. Z těchto důvodů je možné hodnotu pH označit jako hodnotu ovlivňující zdravotní kvalitu siláže, ale vliv má také na příjem krmné dávky dojnícemi. Přidáním aditiv s bakteriemi mléčného kvašení se rychle sníží pH a tím se zamezí rozvoji kvasinek, klostridií, ale také ethanolovému kvašení, které siláž znehodnotí. Přidání aditiv je také vhodné z důvodu malého počtu bakterií mléčného kvašení na plodinách. Na rostoucích plodinách jsou ve větší míře zastoupeny kvasinky, výtrusy plísní a různé druhy aerobních bakterií. Bakterie mléčného kvašení patří mezi bakterie anaerobní a z toho důvodu se nevyskytují na plodinách ve velkém množství. Po zakrytí siláže a vyčerpání kyslíku dochází k aktivaci klostridií, bakterií máselného kvašení a bakterií mléčného kvašení. V této fázi jsou bakterie mléčného kvašení stále v malém počtu. Přidáním aditiv se jejich počet zvýší, je možné jejich rychlé množení a také se rychleji sníží pH a eliminují se tak projevy aerobních bakterií, kvasinek a plísní, ale také se zpomaluje růst a množení klostridií a bakterií máselného kvašení. Přidáním silážních aditiv je možné zamezit případné druhotné fermentaci, která se v siláži může vyskytnout, mohou jí vyvolat zbytky klostridií a bakterií máselného kvašení. Z těchto důvodů je stále důležité a velmi významné používat silážní aditiva při silážování.

## 5. Závěr

Siláž je v současnosti nejvýznamnější objemné krmivo především pro skot, které si vyrábí téměř každá farma sama. Z tohoto důvodu je siláž velmi významným ekonomickým prvkem každého podniku, který si ji vyrábí. Krmná dávka pro dojnice je sestavena z velké části právě ze siláže a proto je důležité dbát také na zdravotní nezávadnost siláže. Vliv na konečnou kvalitu siláže má již výběr hybrida, který se použije k silážování, dále správný termín sklizně a to jak podle stupně zralosti plodiny, tak z důvodu počasí. Nezanedbatelný vliv má také silážní linka, dusání, rychlé zakrytí a správný odběr siláže. Kvalita dusání ovlivňuje především výskyt plísní a listérií, které pro svůj vývoj potřebují kyslík, který se právě dusáním ze silážované hmoty vytlačuje. Po zakrytí silážované hmoty stále probíhají enzymatické pochody ve sklizené plodině, jako například dýchání, tyto pochody se zastavují díky snížení pH v silážované hmotě. Rychlé snížení pH má pozitivní vliv na konečnou siláž, nízké pH znemožní části nežádoucích mikroorganismů vývoj a tím znehodnocování těmito mikroorganismy. Během snižování pH jsou však stále aktivní bakterie máselného kvašení a klostridie, které přeměňují cukry na nežádoucí látky a jsou konkurenty bakterií mléčného kvašení. Aktivita klostridií je zastavena při pH 4,5, aktivita bakterií máselného kvašení se zastavuje až při pH 4,2, to však neznamena, že jsou tyto organismy zcela neaktivní a neškodné. Bakterie mléčného kvašení pokračují ve svém množení do pH 4,0, kdy se zastavuje jejich růst. V této fázi by měla být siláž stabilní až do otevření, i po dobu několika let. V případě nevhodných podmínek, jako je například zvýšení teploty, se mohou bakterie máselného kvašení a klostridie začít množit a způsobit tak sekundární fermentaci, která znehodnocuje výživné hodnoty, zvyšuje teplotu siláže a vytváří kyselinu máselnou. Z těchto důvodů je vhodné využívat silážní aditiva, která těmto sekundárním fermentacím zabrání.

V práci bylo hodnoceno několik hodnot, a to sušina, NEL, NEV, vláknina, škrob, dusíkaté látky, tuky, popel, pH a kyselina mléčná a octová. Statisticky nebyl zjištěn významný rozdíl u všech kromě pH. U pH byl zjištěn statisticky významný rozdíl. Výsledky studie tedy ukazují, že přidáním aditiv do siláže se výrazně neovlivní složení siláže. I přesto je přidání silážních aditiv důležitým krokem při silážování. Hodnota pH má velký vliv na kvalitu, stabilitu, zdravotní nezávadnost siláže a konečný příjem krmné dávky. Rozhodující je především zdravotní nezávadnost během zkrmování, jelikož rychlé

snížení pH zabraňuje nežádoucím mikroorganismům v rozvoji a tím i znehodnocování siláže.

Na základě získaných informací lze do praxe doporučit používání silážních aditiv i přes to, že ovlivnily pouze hodnoty pH. Jak je vysvětleno výše, hodnota pH výrazně ovlivňuje konečnou siláž, a tím konečnou užitkovost a zdravotní stav dojníc.



## 6. Seznam literatury a internetové zdroje

ACOSTA ARAGÓN, Yuniór. The Use of Probiotic Strains as Silage Inoculants. *Intechopen.com* [online]. 2012, 3. 10. 2012 [cit. 2020-02-28]. Dostupné z: <https://www.intechopen.com/books/probiotic-in-animals/the-use-of-probiotic-strains-as-silage-inoculants>

BORREANI, Giorgio, Ernesto TABACCO, Renato José SCHMIDT, Brian J. HOLMES a Richard E. MUCK. *Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages* [online]. 2018, 5. 2018 [cit. 2020-06-22]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29685272/>

BOUŠKA, Josef. *Chov dojeného skotu*. Praha: Profi Press, 2006. ISBN 80-86726-16-9.

BROŽ, Petr. *Analýza kvalitativních ukazatelů kukuřičné siláže* [online]. České Budějovice, 2018 [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: file:///C:/Users/42060/Downloads/Diplomová+práce+Brož+FV.pdf. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta. Vedoucí práce Doc. Ing. František Lád, CSc.

BRUENING, D., K. GERLACH, K. WEISS a K. -H. SUEDEKUM. Effect of compaction, delayed sealing and aerobic exposure on maize silage quality and on formation of volatile organic compounds. *GRASS AND FORAGE SCIENCE* [online]. 2018, 73(1), 53-66 [cit. 2020-06-10]. DOI: 10.1111/gfs.12288. ISSN 01425242.

CONTRERAS-GOVEA, Francisco E., Mark A. MARSALIS a Leonard M. LAURIAULT. Silage Microbial Inoculants: Use in Hot Weather Conditions. <https://aces.nmsu.edu/> [online]. New Mexico State University, 2014, 3. 2014 [cit. 2020-02-26]. Dostupné z: [https://aces.nmsu.edu/pubs/\\_circulars/CR642.pdf](https://aces.nmsu.edu/pubs/_circulars/CR642.pdf)

ČERMÁK, Bohuslav a Miloslav ŠOCH. *Úprava a hodnocení krmiv*. České Budějovice: ZF JU, 1997. ISBN 80-7040-202-4.

ČERMÁK, Bohuslav, Radko LOUČKA, Jaroslav PŘIKRYL, Vlastimil DAŇHEL a Jan JŮZA. *Silážování '95: sborník přednášek [z celostátního semináře]*. [1. vyd.]. České Budějovice: Scientific-Pedagogical Publishing, 1995. ISBN 80-85645-17-3.

DAVIES, Dave. SILAGE ADDITIVES – WHAT THEY CAN AND CANNOT DO. *Beefandlamb.ahdb.org.uk* [online]. 2015, 18.5.2015 [cit. 2020-02-13]. Dostupné z: <http://beefandlamb.ahdb.org.uk/silage-additives-what-they-can-and-cannot-do-by-dave-davies/>

DOKTOROVÁ, Jana. Kukuřičné siláže a jejich kvalita. *Naschov.cz* [online]. 2004, 10.3.2004 [cit. 2020-02-13]. Dostupné z: <https://www.naschov.cz/kukuricne-silaze-a-jejich-kvalita/>

DOLEŽAL, Petr, Ladislav ZEMAN, Iva ZDRÁHALOVÁ, Václav PYROCHTA a Jiří SKLÁDANKA. Sklizeň kukuřice a zásady konzervace. *Zemedelec.cz* [online]. 2012, 15.8.2012 [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: <https://www.zemedelec.cz/sklizen-kukurice-a-zasady-konzervace/>

DRIEHUIS, Frank. *The prevention of alcoholic fermentation in high dry matter grass silage* [online]. 1999, 1. 1999 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/40147799\\_The\\_prevention\\_of\\_alcoholic\\_fermentation\\_in\\_high\\_dry\\_matter\\_grass\\_silage](https://www.researchgate.net/publication/40147799_The_prevention_of_alcoholic_fermentation_in_high_dry_matter_grass_silage)

DVOŘÁČKOVÁ, Jitka. Význam zdravotní nezávadnosti siláží. *Zemedelec.cz* [online]. 5.2.2010 [cit. 2020-01-30]. Dostupné z: <https://www.zemedelec.cz/vyznam-zdravotni-nezavadnosti-silazi/>

HULSEN, Jan a Dries AERDEN. *Signály krmení: praktická příručka ke krmení dojníc pro jejich zdraví a užitkovost*. Praha: [Profi Press], [2014]. ISBN 978-80-86726-62-5.

JAMBOR, Václav. Silážování jazykem zemědělců. *Nutrivet.cz* [online]. [cit. 2020-06-22]. Dostupné z: <http://www.nutrivet.cz/konz/silazovani.pdf>

JEDLIČKA, Martin. Bez kvalitní výživy není užitkovost. *Naschov.cz* [online]. 2011, 14.10.2011 [cit. 2020-01-30]. Dostupné z: <https://www.naschov.cz/bez-kvalitni-vyzivy-neni-uzitkovost/>

JEDLIČKA, Martin. Není siláž jako siláž. *Naschov.cz* [online]. 2017A, 19.12.2017 [cit. 2020-02-25]. Dostupné z: <https://www.naschov.cz/neni-silaz-jako-silaz/>

JEDLIČKA, Martin. V kvalitě silážování jsou rezervy. *Naschov.cz* [online]. 2017B, 12.4.2017 [cit. 2020-01-25]. Dostupné z: <https://www.naschov.cz/v-kvalite-silazovani-jsou-rezervy/>

JEŽKOVÁ, Alena. Jak vyrábět siláže bez ztrát živin? *Naschov.cz* [online]. 2010, 18.2.2010 [cit. 2020-02-13]. Dostupné z: <https://www.naschov.cz/jak-vyrabet-silaze-bez-ztrat-zivin-2/>

KACEROVSKÝ, Otto, Zdeněk MUDŘÍK a Bohuslav VENCL. *Výživa a krmení hospodářských zvířat*. Praha: VŠZ (Praha), 1989.

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

KULOVANÁ, Eliška. Konzervace kukuřice nejen z technologického pohledu. *Uroda.cz* [online]. 2002, 21.2.2002 [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: <https://www.uroda.cz/konzervace-kukurice-nejen-z-technologickeho-pohledu/>

- KULANOVÁ, Eliška. Problematika kvality siláží a silážních aditiv. *Uroda.cz* [online]. 15.2.2001 [cit. 2020-01-28]. Dostupné z: <https://www.uroda.cz/problematika-kvality-silazi-a-silaznich-aditiv/>
- KŘEPELKA, Jiří. Hlavní zásady výroby kukuřičné siláže. *Zemedelec.cz* [online]. 2010, 13. 8. 2010 [cit. 2020-06-22]. Dostupné z: <https://www.zemedelec.cz/Hlavni-zasady-vyroby-kukuricne-silaze/>
- KŘEPELKA, Jiří. Posuzování hygienické kvality krmiv. *Zemedelec.cz* [online]. 2012, 19.10.2012 [cit. 2020-02-13]. Dostupné z: <https://www.zemedelec.cz/posuzovani-hygienicke-kvality-krmiv/>
- KŘEPELKA, Jiří. Věžová sila, žlaby, vaky nebo balíky? *Zemedelec.cz* [online]. 2011, 1.4.2011 [cit. 2020-02-08]. Dostupné z: <https://www.zemedelec.cz/vezova-sila-zlaby-vaky-nebo-baliky/>
- LÁD, František. *Vliv vybraných ukazatelů na kvalitu silážovaných krmiv: vědecká monografie = The influence of choice parameters for quality of ensilage feeds : scientific monograph*. České Budějovice: ZF JU, 2006. ISBN 80-7040-885-5.
- LOUČKA, Radko, Eliška MACHAČOVÁ a Yvona TYROLOVÁ. *Metody konzervace píce pro ekologické zemědělství*. [1. vyd.]. Praha: ÚZPI, 2002. Příručka ekologického zemědělce. ISBN 80-7271-119-9.
- LOUČKA, Radko, Eliška MACHAČOVÁ a Yvona TYROLOVÁ. *Přehled přípravků ke konzervaci objemných i jadrných krmiv: (studijní zpráva)*. Praha: ÚZPI, 1999. Studijní informace : živočišná výroba. ISBN 80-7271-027-3.
- LOUČKA, Radko. Podmínky úspěchu při senážování. *Zemedelec.cz* [online]. 2009, 17.4.2009 [cit. 2020-01-25]. Dostupné z: <https://www.zemedelec.cz/podminky-uspechu-pri-senazovani/>
- MÍKA, Václav. *Kvalita píce*. Praha: ÚZPI, 1997. ISBN 80-96153-59-2.
- MIKYSKA, František. *Kvalita siláží z objemných krmiv byla silně ovlivněna extrémním počasím v roce 2015* [online]. [cit. 2020-06-22]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/35041999-Kvalita-silazi-z-objemnych-krmiv-byla-silne-ovlivnena-extremnim-pocasim-v-roce-2015.html>
- MUCK, Richard. Silage inoculants: What the research tells us about when and how to use them. <https://fyi.extension.wisc.edu/> [online]. U.S. Dairy Forage Research Center, [2019, 16. 1. 2019] [cit. 2020-02-27]. Dostupné z: [https://fyi.extension.wisc.edu/forage/files/2014/02/SI\\_silage-inoculants.pdf](https://fyi.extension.wisc.edu/forage/files/2014/02/SI_silage-inoculants.pdf)

PAŘILOVÁ, M. *Vláknina a energie v krmné dávce* [online]. 8.4.2007 [cit. 2020-06-22]. Dostupné z: <http://naschov.cz/vlaknina-a-energie-v-krmne-davce/>

PRÝMAS, Lukáš. Tuk ve výživě dojnic. *Naschov.cz* [online]. 2017, 16. 8. 2017 [cit. 2020-06-22]. Dostupné z: <https://www.naschov.cz/tuky-ve-vyzive-dojnic/>

RADA, Vojtěch. Siláž a zdraví zvířat. *Vuzv.cz* [online]. Praha - Uhřetěves, 2009, 9. 2009 [cit. 2020-02-25]. Dostupné z: <https://vuzv.cz/wp-content/uploads/2018/03/Sil%C3%A1%C5%BE-Rada-2009.pdf>

SHAVER, R.D., R.A. ERDMAN a J.H. VANDERSALL. *Effects of Silage pH on Voluntary Intake of Corn Silage* [online]. 1984, 1. 9. 1984 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(84\)81542-8/fulltext#%20](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(84)81542-8/fulltext#%20)

SUZUKI, Tomoyuki, Yuko KAMIYA, Masahito TANAKA, Ikuo HATTORI, Takeo SAKAIGAICHI, Takayoshi TERAUCHI, Itoko NONAKA a Fuminori TERADA. *Effect of fiber content of roughage on energy cost of eating and rumination in Holstein cows* [online]. 2004, 9. 2004 [cit. 2020-06-22]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15483175/>

TYROLOVÁ, Yvona. Přípravky používané při silážování. *Zemedelec.cz* [online]. 2007, 10.4.2007 [cit. 2020-01-25]. Dostupné z: <https://www.zemedelec.cz/pripravky-pouzivane-pri-silazovani/>

TŘINÁCTÝ, Jiří. *Hodnocení krmiv pro dojnice*. Pohořelice: AgroDigest, 2013. ISBN 978-80-260-2514-6.

VELECHOVSKÁ, Jana. Konzervace krmiv má různá úskalí. *Naschov.cz* [online]. 2015, 15.2.2015 [cit. 2020-02-23]. Dostupné z: <https://www.naschov.cz/konzervace-krmiv-ma-ruzna-uskali/>

VELECHOVSKÁ, Jana. Několik rad pro kvalitní siláže. *Naschov.cz* [online]. 2010, 4.2.2010 [cit. 2020-02-23]. Dostupné z: <https://www.naschov.cz/nekolik-rad-pro-kvalitni-silaze/>

VELECHOVSKÁ, Jana. Výživa skotu (ne)musí být velká věda. *Naschov.cz* [online]. 2018, 19.7.2018 [cit. 2020-01-25]. Dostupné z: <https://www.naschov.cz/vyziva-skotu-nemusi-byt-velka-veda/>

YANSARI, Teimouri, R. VALIZADEH, Naserian, DA. CHRISTENSEN, P. YU a F. Eftekhari SHAHROODI. *Effects of Alfalfa Particle Size and Specific Gravity on Chewing Activity, Digestibility, and Performance of Holstein Dairy Cows* [online]. 2004, 11. 2004 [cit. 2020-06-22]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15483175/>

ZEMAN, Ladislav. *Výživa a krmení hospodářských zvířat*. Praha: Profi Press, c2006. ISBN 80-86726-17-7.

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

## 7. Seznam grafů

Graf č. 1: Obsah sušiny .....	35
Graf č. 2: vliv aditiv na NEV .....	36
Graf č. 3: vliv aditiv na NEL.....	36
Graf č. 4: Účinek aditiv na vlákninu .....	38
Graf č. 5: Účinek aditiv na škrob .....	39
Graf č. 6: vliv aditiv na dusíkaté látky .....	40
Graf č. 7: vliv aditiv na tuk .....	41
Graf č. 8: vliv aditiv na popel.....	42
Graf č. 9: vliv aditiv na pH.....	43
Graf č. 10: vliv aditiv na kyselinu octovou .....	44
Graf č. 11: vliv aditiv na kyselinu mléčnou .....	45

## 8. Seznam tabulek

Tabulka č. 1: obsah sušiny .....	35
Tabulka č. 2: obsah NEV a NEL.....	37
Tabulka č. 3: obsah vlákniny .....	38
Tabulka č. 4: obsah škrobu.....	39
Tabulka č. 5: obsah dusíkatých látek .....	40
Tabulka č. 6: obsah tuku .....	41
Tabulka č. 7: obsah popela.....	42
Tabulka č. 8: hodnota pH.....	43
Tabulka č. 9: obsah kyseliny octové a mléčné.....	45