



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH **FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ**

Katedra zootechnických věd

Bakalářská práce

Vliv kvality kukuřičné siláže na mléčnou užitkovost dojnic

Autor práce: Daniel Brácha

Vedoucí práce: Ing. Luboš Záborský, Ph.D.

České Budějovice
2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval(a) pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne

.....

Podpis

Abstrakt

Se stále se zvyšujícími nároky na mléčnou užitkovost je nutné, aby předkládané krmivo bylo co nejkvalitnější a obsahovalo požadované živiny. Pro splnění těchto požadavků musí být vyrobená objemná krmiva, zejména kukuřičná siláž zdravotně nezávadná a v co nejvyšší kvalitě.

Bakalářská práce byla rozdělena na dvě části. V první, tedy teoretické části je obecně diskutováno o procesu silážování a o pojmech s ním související, jako je silážovatelnost nebo siláž. Převážná část je ale věnována technologickým postupům silážování, jejichž dodržení znamená zdravotně nezávadné a kvalitní krmivo. Mezi tyto postupy patří zejména zakrývání, dusání, plnění silážních žlabů a další. Z kvalitativního hlediska je důležité sledovat obsah sušiny, délku řezanky a stupeň nadrcení zrna. Nedodržení optimálních hodnot může znamenat zhoršení průběhu fermentace či výskyt nežádoucích mikroorganismů ve výsledném krmivu. Díky tomu dochází ke zhoršení užitkových a reprodukčních vlastností. Ohrožen může být také zdravotní stav zvířat. Pro zlepšení průběhu fermentace a zachování aerobní stability v době zkrmování je možné využít konzervační přípravky. Závěr teoretické části je věnován výživě a technice krmení dojnic, konkrétně směsné krmné dávce (TMR), bacherové fermentaci a dále mléčné užitkovosti.

Praktická část byla provedena na mléčné farmě v Pernarci, která je součástí Úněšovského statku a.s., který hospodáří na severním Plzeňsku. Zde byly hodnoceny roční mléčné užitkovosti a faktory, které je ovlivňují. Markantní část je věnována rozborům kukuřičných siláží a přípravě TMR. Dále je zhodnoceno kvalitativní složení siláží a preciznost přípravy TMR ve vztahu k ekonomice výroby mléka. U mléčné užitkovosti a kvality kukuřičných siláží je zohledněn i možný vliv počasí. Sledována a hodnocena byla data v letech 2018 – 2021.

Klíčová slova: kukuřice, kukuřičná siláž, silážování, mléko, laktace, užitkovost, TMR

Abstract

With the ever-increasing demands on milk yield, it is necessary that the present feed is of the highest quality and contains the required nutrients. To fulfill these requirements, the bulk feeds produced, especially maize silage, must be healthy and of the highest quality.

The bachelor thesis was divided into two parts. In the first, thus theoretical part, are generally discussed about the silage process and related terms, such as ensilability or silage. However, the majority part of it is devoted to technological silage processes. Following these processes means healthy and high-quality feed. These processes include mainly covering, compacting, filling silage pits and more. From a qualitative point of view, it is important to control the dry matter content, the length of the cut and the degree of grain crushing. Failure of following the recommended the optimal values may mean a degradation of the fermentation process or the occurrence of undesirable microorganisms in the final feed. In a result, the utility and reproductive properties are worsen. The health of the animals may also be worsen. Preservatives can be used to improve the fermentation process and keeping constant aerobic stability during feeding. The end of the theoretical part is devoted to nutrition and feeding techniques of dairy cows, specifically mixed feed ration (TMR), rumen fermentation and milk yield.

The practical part was carried out on a dairy farm in Pernarec, which is part of the Úněšovského statku a.s., which agricultural in the northern part of Plzeň. Here were evaluated the annual milk yields and the factors that influence them. The majority part is devoted to the analysis of corn silage and the preparation of TMR. Next were evaluated the qualitative composition of silages and the precision of TMR preparation in relation to the economics of milk production. The possible effect of the weather on milk yield and quality of corn silages was also taken account. Monitored and evaluated were data in the years 2018 – 2021.

Keywords: maize, maize silage, ensiling, milk, lactacion, efficiency, TMR

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Luboši Zábranskému, Ph.D. za odborné vedení, poskytnuté rady, ochotu a pomoc při zpracovávání této bakalářské práce. Zvláštní poděkování patří panu Pavlu Brožikovi, hlavnímu zootechnikovi Úněšovského statku a. s. za poskytnutí veškerých potřebných materiálů a za odborné konzultace, které mi byly velice přínosné.

Dále děkuji rodině, která pro mě v průběhu studia a při vypracovávání této bakalářské práce byla a vždy bude oporou.

Obsah

Úvod.....	9
1. Literární přehled	10
1.1. Kukuřice setá (<i>Zea mays</i>)	10
1.1 Historie silážování	11
1.2 Význam a cíle konzervace.....	11
1.3 Silážování	12
1.3.1 Siláž.....	13
1.3.2 Silážovatelnost	13
1.4 Technologie silážování	15
1.4.1 Příprava silážních prostor.....	15
1.4.2 Plnění silážního žlabu	16
1.4.3 Dusání	17
1.4.4 Zakrývání	17
1.5 Fermentační proces.....	18
1.5.1 Aerobní fáze	19
1.5.2 Fermentační fáze	20
1.5.3 Stabilní fáze.....	20
1.5.4 Odběrová fáze	21
1.6 Sklizeň kukuřice na siláž.....	22
1.6.1 Výběr hybridu	22
1.6.2 Sklizňové stádium	23
1.6.3 Délka řezanky.....	24
1.6.4 Nutriční hodnota.....	25
1.7 Silážní přípravky	26
1.7.1 Biologické (inokulanty)	26

1.7.2	Chemické (konzervanty)	27
1.7.3	Kombinované	27
1.8	Kvalita kukuřičné siláže	28
1.9	Silážní mikroorganismy	29
1.9.1	Žádoucí mikroorganismy	29
1.9.2	Nežádoucí mikroorganismy	30
1.10	Výživa a technika krmení dojnic	31
1.10.1	Směsná krmná dávka (TMR)	32
1.11	Sacharidy jako zdroj energie	33
1.12	Bachorová fermentace	34
1.13	Mléčná užitkovost	35
1.13.1	Laktace	35
1.13.2	Tvorba a sekrece mléka	36
1.13.3	Kvalita a složení mléka	37
2	Cíl práce	39
3	Materiál a metodika	40
3.1	Metodika	40
3.2	Charakteristika podniku	42
3.2.1	Rostlinná výroba	42
3.2.2	Živočišná výroba	42
3.2.3	Mléčná farma Pernarec	43
4	Výsledky a diskuse	45
4.1	Mléčná užitkovost	45
4.2	Rozbory kukuřičných siláží	50
4.3	Složení a cena krmné dávky	53
4.4	Složení a cena produkční směsi	55
4.5	Souhrn ekonomiky výroby mléka	56

Závěr	57
Seznam použité literatury.....	59
Internetové zdroje.....	64
Seznam obrázků	65
Seznam tabulek	65
Seznam grafů.....	65
Seznam použitých zkratk.....	66

Úvod

Chov skotu s tržní nebo bez tržní produkce mléka má dlouholetou tradici a pro lidskou výživu neodmyslitelnou hodnotu. Skot je chován z hlavních důvodů, jimiž jsou produkce mléka a masa. Vedle těchto hlavních produktů ještě poskytuje chlévský hnůj a v bezstelivových provozech kejdu. Oba zmíněné produkty řadíme mezi statková neboli organická hnojiva, která jsou zdrojem potřebných živin a organické hmoty. I přes tato fakta stavy skotu a obecně hospodářských zvířat v České republice dlouhodobě klesají.

Hlavním důvodem může být nízká výkupní cena hovězího masa či vyšší cena hovězího masa jako konečného produktu a tím pádem menší zájem ze strany poptávky. U mléka bude hlavní příčinou neustále se měnící výkupní cena a stále rostoucí náklady na jeho výrobu. Mnohdy se stává, že peníze získané z prodeje mléka nepokryjí náklady na jeho výrobu a tím pádem se výroba mléka stává ekonomicky nezajímavá.

Faktem je, že se stavy dojeného skotu za několik desítek let mnohonásobně zmenšily. Ovšem je také pravdou, že množství nadojeného mléka za normovanou laktaci je mnohem vyšší, než bylo dříve, a to zejména díky účelnému šlechtění na geneticky zajímavé znaky. Vysokou produkci mléka ale nezajistí pouze genetický potenciál zvířete, ale zejména precizní welfare, dobré ustájení zvířat a kvalitní výživa.

Základem výživy dojnic je směsná krmná dávka, kde hlavní část tvoří objemná krmiva, z nichž největší podíl, a to až 40 % zaujímá kukuřičná siláž. Kvalitu kukuřičné siláže může přímo ovlivnit sám zemědělec, a proto se může jednat o jeden z nástrojů v boji proti neustále rostoucím cenám pohonných hmot, lidské práce a dalších vstupů. Je důležité, aby byla vyráběna pouze kvalitní a hygienicky nezávadná siláž, která zvířatům poskytne požadované živiny.

Splněním výše zmíněných požadavků dosáhneme toho, že krávy budou šťastné, zdravé a budou produkovat kvalitní mléko.

1. Literární přehled

1.1. Kukuřice setá (*Zea mays*)

První písemné zmínky o existenci kukuřice se datují až po objevení Ameriky, ale bylo prokázáno, že se kukuřice pěstovala již v nejstarších mexických a peruánských oblastech. Tyto dva státy, tedy Mexiko a Peru můžeme považovat za centrum domestikace kukuřice. Faktem je, že se do Evropy, Asie a Afriky dostala z Ameriky, ale dosud není známo, jestli již při první Kolumbově cestě nebo až při druhé. Pěstuje se skoro na celém světě a ve výživě lidí hraje s dalšími obilninami, zejména s pšenicí a rýží nemalou roli (Zimolka et al., 2008).

Jedná se o jednoletou píceinu, kterou řadíme do čeledi lipnicovitých. Je různopohlavní, typu rostlin diklinických s prašníkovými (samičími) a pestíkovými (samčími) květy, které jsou uspořádané do oddělených květenství (laty a palice). Dorůstá až do výšky 2,5 m a kořeny dosahují hloubky v rozmezí 1,5 – 3 m^[3].

Kukuřice má široké spektrum využití, hlavní roli hraje ve výživě zvířat a také ve výživě lidí. Neobsahuje lepek, takže je velice vhodná pro lidi trpící celiakií. Své místo si v posledních letech našla i v energetice. Fosilní paliva jsou považována z ekologického i environmentálního hlediska neudržitelné, a tak je nutno najít alternativní zdroje energie, které nebudou mít nepříznivý vliv na naši planetu. Tímto zdrojem by mohla být právě kukuřice a další organické materiály, které by mohly pomoci snížit závislost světa na produkci ropy a tím pádem zmírnit znečišťování planety skleníkovými plyny (Veluchamy et al., 2019).

Aerobní digesce energetických plodin, zejména kukuřičné siláže, zbytků a různých odpadů je jednou z možností v boji se skleníkovými plyny a zajištění udržitelné výroby energie. Produkce bioplynu má široké spektrum uplatnění, protože vzniklý metan může být využit jako náhrada za fosilní paliva, jak při výrobě tepla a elektřiny, tak jako palivo pro vozidla. Vyčištění bioplynu a jeho použití jako paliva nebo jeho distribuce do sítě zemního plynu je stále důležitější, protože je bioplyn efektivněji zpracován (Weiland, 2009).

Energetickou účinnost a environmentální vliv bioplynových stanic ovlivňují vlastnosti vstupních surovin, zda musí či nemusí projít předúpravou a zejména vzdálenost, ze kterých jsou dopravovány. Výroba energie z mnoha set kilometrových vzdáleností je neekologická a neekonomická (Pöschl et al., 2010).

1.1 Historie silážování

Silážní konzervační proces je více než 3 000 let starý. Hmatatelné důkazy se objevily již v letech 1 000 – 1 500 před Kristem, které velmi zřetelně naznačují konzervaci rostlinné biomasy v kamenných silech. Tak, jako proces výroby piva a vína i silážní proces byl objeven zcela náhodně (Wilkinson, 2005; Mitrík, et al., 2018).

Slova silo a siláž jsou pravděpodobně odvozena od řeckého slova *siros*, které doslovně znamená díra v zemi. Pod slovem siláž, si můžeme představit cokoliv uloženého v sile, kdy se může jednat o silážní jámu, silážní vak, silážní věž, balík nebo také o obyčejnou hromadu zakrytou plachtou. Siláž, tak jak jí známe dnes si získala pozornost na přelomu 19. století díky Augustu Goffartovi, který zasilážoval drť celé kukuřice v silážních věžích. Největší přelom však nastal v 50. letech 20. století, kdy byla vynalezena sklízecí řezačka, která umožnila useknout, nařezat a naložit silážovanou hmotu na vůz v jedné technické operaci. Díky tomuto vynálezu se podařilo snížit náklady na silážování až o 50 % a zároveň bylo dosaženo lepšího průběhu fermentace silážovaného produktu. V 60. letech 20. století byly vyvinuty polyethylenové fólie, které umožňovaly vytvoření optimálního prostředí a rovněž vedly k rozvoji silážních jam. Postupem času bylo vynalezeno zařízení, které umožnilo zabalit balík do polyethylenové fólie, a díky tomu se stalo silážování dostupné i pro malé farmáře, kteří mohli silážovat mimo silážní jámy či věže (Wilkinson, 2005).

O silážním procesu můžeme říct, že je oproti jiným fermentačním procesům hůře ovlivnitelný. V této souvislosti je nutné zmínit jedno jméno, a to konkrétně Artturiho Ilmariho Virtanena, který za pomoci anorganických kyselin ukázal, že pokud pH silážované hmoty klesne pod hodnotu 4,0 dojde k zabránění růstu nežádoucích bakterií a tím pádem vyrobíme kvalitativně hodnotnější krmivo. Za tento důležitý fakt byl odměněn Nobelovou cenou (Wilkinson, 2005).

1.2 Význam a cíle konzervace

Díky tomu, že se výroba a spotřeba krmiv od sebe velice časově odlišují je konzervace nedílnou součástí jejich výroby. Cílem konzervace je uchovat živiny rostlinné hmoty tak, aby byly v odpovídající kvalitě dlouhodobě použitelné, aniž by docházelo k jakémukoliv jejich znehodnocení. Pokud výsledné konzervované krmivo ať už se jedná o kukuřičnou siláž nebo jiné objemné krmivo má ve výživě splnit svou dietetickou, nutriční, ale i ekonomickou úlohu je žádoucí, aby mělo odpovídající výživové hodnoty, bylo lehce stravitelné a mělo požadovanou koncentraci živin.

O tom, jestli konzervovaná krmiva svou úlohu splní nerozhoduje jen průběh fermentace, ale všechny operace, které k výrobě krmiva vedou. Dle Mitřika et al. (2018) bychom se na proces silážování měli dívat nejméně ze dvou úrovní.

- Živinová kvalita krmiva
- Fermentační kvalita krmiva

Obě úrovně kvality jsou navzájem propojené a ovlivňují kvalitu a následnou účinnost objemných krmiv. Dobře vyfermentovaná siláž nutně neznamena, že máme kvalitní krmivo, zvláště v případě, že jsme použily vegetačně přezrálý porost, který je výživově chudý. V tomto případě se výsledná kvalita krmiva promítne do užitkovosti, ale také i do zdraví zvířat (Doležal et al., 2012; Mitřik et al., 2018).

1.3 Silážování

Silážováním rozumíme složitý biochemický proces, kde převažuje mléčné kvašení. V průběhu silážování dochází k mechanickému zpracování rostlinné hmoty (nařezání, rozmělnění, nadrcení aj.) a následně je skladována za nepřístupu vzduchu, tedy v anaerobním prostředí. Výsledné krmivo můžeme ovlivnit přidáním silážních aditiv, které mohou zlepšit jeho kvalitu. Dochází ke zlepšení chutnosti krmiva, zvyšuje se využitelnost živin a celkový příjem krmiva zvířaty. Naproti tomu u nekvalitní siláže je příjem krmiva zpravidla horší, dochází ke snížení užitkovosti a může docházet ke zhoršení zdravotního stavu. Mikroorganismy, konkrétně bakterie mléčného kvašení (BMK, resp. *Lactic acid bacteria* – LAB) přeměňují jednoduché sacharidy zejména mono-, di- a oligosacharidy, které se nacházejí v pletivech rostlin na kyselinu mléčnou. Díky kyselině mléčné dochází k poklesu pH na hodnotu kolem 4,0 a tím se potlačuje růst nežádoucích mikroorganismů, které by mohly negativně ovlivnit průběh fermentace. U mléčného kvašení rozeznáváme dva typy:

- Homofermentativní
- Heterofermentativní

V případě silážování je důležitější homofermentativní mléčné kvašení, kdy je produktem až z 85 % kyselina mléčná. V případě druhého typu je vedle kyseliny mléčné produkována řada jiných metabolitů, např.: etanol, těkavé kyseliny nebo oxid uhličitý. Při heterofermentativním kvašení dochází k vyšším ztrátám organické hmoty i energie, což pro výsledné konzervované krmivo není žádoucí. V silážích se dále

objevují i jiné nežádoucí organismy (plísně, kvasinky, enterobakterie atd.), které mohou ve výsledku znehodnotit kvalitu výsledného krmiva (Doležal et al., 2012; Mitřík et al., 2018; Loučka et al., 2020).

1.3.1 Siláž

Vzniklé konzervované krmivo pomocí přirozeně vytvořené kyselině mléčné nebo díky konzervačních přísad a přípravků tzv. inokulantů. Optimální kyselost vytvořené siláže by měla být mezi hodnotami 4,0 – 4,2. Díky chemickému složení, stravitelnosti a výživové hodnotě je siláž jedním z nejdůležitějších krmiv ve výživě hovězího dobytka. Kyselina mléčná zajišťuje dostatečnou kyselost vytvořené siláže a potlačuje rozvoj nežádoucích mikroorganismů (Kudrna et al., 1998).

1.3.2 Silážovatelnost

Silážovatelností rozumíme schopnost krmiva vytvořit takové množství kyseliny mléčné, aby došlo ke snížení pH na hodnotu 4 a tím silážovanou hmotu zakonzervovat a dlouhodobě jí skladovat bez větších živinových ztrát (Doležal et al., 2012).

Dle Loučky (2019) můžeme silážovatelnost rostlinné hmoty chápat jako vhodnost k silážování, tím rozumíme schopnost rostlinného materiálu fermentovat tak, aby byl dlouhodobě skladovatelný s co nejmenšími živinovými ztrátami.

Zubrilin definoval silážovatelnost jako teorii cukerného minima, kdy cukerné minimum chápeme jako nejmenší procentický obsah cukrů v píce, který je nezbytný k vytvoření takového množství kyseliny mléčné, aby došlo k zajištění optimální kyselosti 4,0 – 4,2 a silážovaná hmota se stala dlouhodobě skladovatelná. Silážovatelnost je ovlivněna pufrační kapacitou, čímž rozumíme obsah dusíkatých látek, ale i alkalických kovů. Poměr obsahu sacharidů k pufrové kapacitě dává vzniku kvocientu, který říká kolikanásobné množství sacharidů je potřeba k vytvoření dostatečného množství kyseliny mléčné. Podle hodnoty kvocientu můžeme silážovaný materiál rozdělit do tří skupin:

- Snadno silážovatelné (kvocient > 4)
- Obtížně silážovatelné (2 – 4)
- Těžce silážovatelné (kvocient < 2)

Vzhledem ke skutečnosti, že během fermentace nedochází jen k přímé přeměně sacharidů na kyselinu mléčnou, ale vedle toho probíhají i další rozkladné procesy, kdy ze sacharidů vzniká např. kyselina octová nebo alkohol, které nemají tak silné okyselovací schopnosti je nutné, aby byl kvocient vyšší než 1 (Doležal et al., 2012; Kopřiva et al., 1992).

Mezi lehce silážovatelné plodiny řadíme zejména silážní kukuřice, čirok a další. Obtížně silážovatelné jsou jetelotravní porosty nebo luskovinoobilné směsky. Čistý jetel, vojtěška či luskoviny řadíme mezi těžce silážovatelné (Doležal et al., 2010).

Silážovatelnost není ovlivněna jen chemickým složením rostlin, ale i tím mikrobiálním. To dokazuje fakt, že rostliny, které se sklízají napřímo (bez procesu zavadání) jsou lépe silážovatelné než rostliny sklizené dvoufázově. Zavadáním se zvyšuje obsah sušiny, což vede k zvýšení osmotického tlaku, na kterém závisí výživa mikroorganismů. Díky tomu, dochází k útlumu projevu nežádoucích bakterií (enterobakterie, klostridie) a postupně se v siláži zvyšuje obsah kyseliny mléčné, která je vůči vyšší sušině tolerantnější (Doležal et al., 2012; Kopřiva et al., 1992).

K vyššímu výskytu enterobakterií a klostridií dochází zejména u plodin, které jsou sklizené dvoufázově (vojtěška, jetel). Mezi faktory, které ovlivňují obsah těchto nežádoucích bakterií patří dle Doležala (2012) následující:

- Výška strniště – možnost kontaminace s půdou (krtince, nerovnosti) → riziko zvýšení obsahu klostridií
- Neotáčení hmoty – vytvoření částečně anaerobního prostředí → tvorba klostridií
- Klimatické podmínky (déšť, vlhko) → zvýšení obsahu klostridií
- Nedodržení agrotechnických lhůt – nesprávné hnojení např. kejdou
- Nedostatečná hygiena během silážování – špatně vyčištěné žlaby, přejíždění silážní jámy → možná kontaminace půdou či blátem

Máselné kvašení je způsobováno klostridiemi. Tyto bakterie mají sníženou okyselovací schopnost a můžou celý průběh fermentace výrazně zpomalovat. Díky produktům (těkavé mastné kyseliny, toxické biogenní aminy aj.), které vznikají degradací bílkovin i samotné kyseliny mléčné má obsah klostridií přímý vliv na výslednou kvalitu krmiva (Doležal et al., 2012).

Silážovatelnost je dána především obsahem sušiny, vodou rozpustných sacharidů (WSC – water soluble carbohydrates) a pufrací kapacitou. Můžeme ji vyjádřit díky koeficientu fermentace (FC) pomocí rovnice, kterou definoval Weissbach (1996). Platí pro každou pícninu (mimo vedlejších produktů potravinářského průmyslu) o sušině v rozmezí 25 – 50 %. Skládá se ze tří zmíněných veličin a vypadá následovně:

$$FC = DM + 8 * WSC / BC$$

DM označuje v procentech sušinu (dry matter) silážovaného materiálu. WSC je obsah vodou rozpustných sacharidů a poslední veličina označuje pufrací kapacitu (buffer capacity) (Loučka, 2019).

Hodnoty cukrů i pufrací kapacity se mohou dle doby a typu sklizně výrazně lišit. Například u sklizně celé rostliny kukuřice na siláž se obsah cukrů v průměru pohybuje okolo 18 %. V případě dělené sklizně (LKS) je obsah cukrů již 14 % a v případě sklizně metodou CCM je obsah cukrů 10 % a nižší (Kopřiva et al., 1992).

1.4 Technologie silážování

Siláž je produktem anaerobní konzervace rostlinné hmoty. Z pohledu zemědělce je v lepším případě samotný proces částečně ovlivnitelný, v tom horším, je proces kompletně nekontrolovatelný. Proto je velice důležité, aby se v průběhu silážování kladl patřičný důraz na technologické i hygienické aspekty a zabránilo se jakémukoliv znehodnocení silážované hmoty (Wilkinson, 2005).

1.4.1 Příprava silážních prostor

Čistota silážních prostor je jedním z klíčových podmínek pro úspěšný výsledek silážování (Wilkinson, 2005; Mitrík et al., 2018).

Před samotným silážováním je nutné důkladně vyčistit skladovací a manipulační prostory a zdi od možných nečistot či zbytků krmiva, díky kterým by mohlo dojít ke kontaminaci nového materiálu a k ohrožení samotného průběhu fermentace. Dále je nutné provést kontrolu stavu sběracích a odvodných kanálků, bočních stěn a dna. V případě jakéhokoliv vizuálního poškození, ať už se jedná o praskliny, vyčnívající ostré předměty, ucpané odvodné kanálky nebo mezery mezi stěnami, je žádoucí provést opravu. Ta by měla být provedena ještě před samotnou sklizní, protože v průběhu už to nebude možné. Důraz musíme klást i na prostory v bezprostřední

blízkosti silážního žlabu (komunikace, manipulační prostory). I zde je riziko kontaminace nečistotami (Wilkinson, 2005; Doležal, et al., 2012).

1.4.2 Plnění silážního žlabu

Cílem tohoto období je navážení a naplňování hmoty do silážních prostor, kde má co nejrychleji dojít k ukončení aerobní fáze. Samotné plnění může probíhat několika různými technologickými i technickými způsoby, záleží jen jaký typ uskladnění použijeme (silážní žlab, silážní hromada, silážní vak či silážní věže) (Mítrík et al., 2018).

Samotné plnění nesmí trvat příliš dlouho. Za uspokojivý čas dle Gálíka (2015) považujeme dva dny. V případě použití vysokokapacitních žlabů je žádoucí jejich přehrazení a získání dvou menších žlabů, jejichž plnění nezabere takové množství času (Gálík et al., 2015). V kontextu s časem plnění silážního žlabu by v žádném případě nemělo docházet k omezování dusání. Zde je nutné sladit dusací a navážecí linku tak, aby nedocházelo k velkému přísunu hmoty a jejímu nedostatečnému udusání. Pokud navážecí linka pracuje rychleji než ta dusací, tak zvyšujeme hodinový přísun materiálu a zrychlujeme celkový průběh silážování, ale to vše na úkor nedostatečného udusání. V případě pomalého plnění je silážovaná hmota vystavena vzduchu, díky kterému probíhají nežádoucí mikrobiální procesy. Dochází ke ztrátám rozpustných sacharidů, které ve výsledku mohou chybět bakteriím mléčného kvašení (Doležal et al., 2012).

Dále je důležité dbát na to, aby nedocházelo k přejíždění silážního žlabu, ale hmota byla vyložena před ním, v tzv. manipulačním prostoru. Ideální jsou betonové či asfaltové povrchy, na kterých je možné rychle a jednoduše udržovat čistotu a pořádek. Využitím nezpevněných, travnatých či prašných povrchů zvyšujeme riziko kontaminace s půdou během plnění silážního žlabu. Vysoké riziko znečištění také představují pneumatiky strojů. Zvláště během roků bohatých na srážky, kdy je půda dostatečně nasáklá a voda zůstává na povrchu. V těchto rocích je přejíždění silážního žlabu alarmující a důraz na pořádek v manipulačním prostoru by měl být dvojnásobný (Wilkinson, 2005).

1.4.3 Dusání

Cílem dusání je vytvoření aerobních podmínek, tzn. vytvoření prostředí v silážované hmotě, ve které už není přítomný kyslík (Mitrík et al., 2018).

Významnými faktory ovlivňující dusání jsou obsah sušiny a délka řezanky, jež mohou průběh negativně ovlivňovat. Před samotným dusáním je nutné naveženou hmotu rovnoměrně rozhrnout. Výška vrstvy by neměla překročit 30 centimetrů. V případě vyššího obsahu sušiny či vegetačně přezrálého porostu je nutné výšku vrstvy snížit, jinak by mohlo docházet k nedostatečnému udusání a tvorbě plesnivých ložisek, které budou znehodnocovat výslednou kvalitu krmiva. Na rozhrnutí či udusání hmoty využíváme nejrůznější techniky: kloubové, teleskopické nakladače, traktory s radlicí aj. Je důležité klást důraz na samotný výběr strojů, protože cílem udusání je vytvoření co největšího tlaku na určité místo. Využití pásových nebo dvojmontážních traktorů není vhodné, protože se vyvíjený tlak rozkládá na větší plochu, což nezajistí důkladné udusání. Důkladným udusáním zajistíme uvolnění rostlinných enzymů, maximální využití skladovacích prostor a v neposlední řadě vytlačíme ze silážované hmoty vzduch. Díky tomu zamezíme růstu kvasinek a plísní, které způsobují ztráty energie, rozklad bílkovin, snižování nutriční hodnoty a ohrožování zdravotního stavu zvířat (Mitrík et al., 2018; Gálik et al., 2015; Doležal et al., 2012).

1.4.4 Zakrývání

Díky kvalitnímu zakrytí siláže udržíme stabilní anaerobní prostředí, do kterého nebude pronikat voda ani vzduch a podpoříme tak celkový průběh fermentace. Zakrývání silážované hmoty můžeme rozdělit na vertikální a horizontální. V případě vertikálního zakrývání se jedná o zakrytí bočních stěn, tedy používáme stranové fólie. Využitím stranových fólií zamezíme průniku vody a vzduchu, díky kterým by mohlo docházet k rozvoji plísní a snižování kvality a chutnosti krmiva. U horizontálního zakrývání jde o zakrytí dna žlabu a horní vrstvy (Mitrík et al., 2018; Bolsen et al., 1993).

Zakrytí je nutné provést neprodleně po skončení silážování, jinak je silážovaná hmota vystavována vzduchu, který může znamenat budoucí ztráty. K zakrývání se používají fólie, jež jsou odolné vůči ultrafialovému záření. Plachtu je nutné zatížit a předejít možnému odlétnutí. Nejčastěji se využívají použité pneumatiky, které se rozloží po celém povrchu plachty a ke krajům se naskládají pytle naplněné pískem, zeminou či jemným kamenem. Pneumatiky mají řadu nevýhod, sami o sobě jsou těžké, objemné, mohou zadržovat vodu, což ještě zvyšuje jejich hmotnost.

Všechny tyto věci mohou značně znepríjemňovat práci s nimi. Možným řešením je využití polovičních pneumatik nebo jen jejich bočních stran. Takto upravené se již neplní vodou, umožňují jednodušší skladování v průběhu odkrývání silážní jámy, není jich potřeba takové množství a celkově jsou pro práci vhodnější ^[1].

Za nejpreciznější zakrytí je považován trojvrstvý systém, který dává velký předpoklad k úspěchu. Stranové fólie jsou uloženy ještě před začátkem silážování. Položeny jsou tak, aby překrývaly z každé strany zhruba metr dna žlabu. Po ukončení silážování jsou přehnuty stranové fólie, na ně navazuje položení tenké strečové fólie, která nám zajistí dokonalé přilnutí plachty ke hmotě. Na tento úkon navazuje rozložení a rozprostření hlavní silážní plachty, tak aby okraje plachty přesahovaly přes šířku žlabu. Za ochranu proti možnému poškození zvířaty je pokládána ochranná síťka. Jako zátěžový materiál jsou používány pneumatiky, půlené, celé či jen strany. Na okraje jsou pokládány plněné pytle. Nejideálnější náplní z technického hlediska je písek, který má vysokou objemovou hmotnost a perfektně přitlačuje plachtu k siláži, zároveň velmi dobře kopíruje povrch. Z praktického hlediska se s pytli velice těžko manipuluje, a proto je na každém jaký výplňový materiál zvolí (Mitrík et al., 2018).

1.5 Fermentační proces

Vlastní fermentační proces probíhá s variabilní mikrobiální intenzitou, která závisí na obsahu sušiny, obsahu ve vodě rozpustných sacharidů, kvalitě udusání, teplotě, délce řezanky a zda byly použity silážní aditiva (Doležal et al., 2012).

V průběhu fermentace (kvašení) přeměňují mikroorganismy a jejich enzymy ve vodě rozpustné cukry na fermentační kyseliny a další produkty (alkoholy, CO₂). V ideálním případě je produkována především kyselina mléčná, díky které dochází k rychlému snížení pH. V důsledku nízkého pH je značně omezena aktivita nežádoucích mikroorganismů a nedochází tak k jakémukoliv kažení silážované hmoty. Konečná hodnota pH by se měla pohybovat v rozmezí 3,8 – 4,2. K dobrému průběhu fermentace, kde bude dominovat kyselina mléčná jsou zásadní následující skutečnosti:

- dostatečné množství dostupných sacharidů rozpustných ve vodě pro produkci kyseliny mléčné
- odpovídající délka řezanky, která ovlivňuje kvalitu udusání
- efektivní zavádění u plodin sklízených dvoufázově

-
- kvalitní udusání a dokonalé uzavření silážovaného materiálu, aby došlo k vytvoření anaerobního prostředí (Kaiser et al., 2004).

Dle většiny autorů zabývajících se touto problematikou dělíme fermentační proces na následující čtyři fáze:

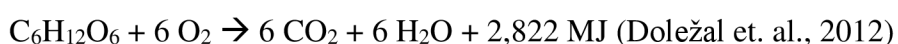
- 1) Aerobní fáze
- 2) Fermentační fáze
- 3) Stabilní fáze
- 4) Odběrová fáze (Fáze zkrmování)

1.5.1 Aerobní fáze

Aerobní fáze začíná ihned po posečení. Zahrnuje období zavádání (v případě dvoufázové sklizně) a trvá do chvíle, kdy je dosaženo anaerobních podmínek.

Jak v případě polních podmínek, tak i v silážním žlabu jsou jednoduché sacharidy spotřebovávány v procesu dýchání (respirační proces). Dýchání je nežádoucí, jelikož dochází ke ztrátám sušiny, energie a spotřebované jednoduché cukry, mohou chybět bakteriím mléčného kvašení. Během dýchání se cukry přeměňují dle následující rovnice na vodu, oxid uhličitý a vzniká energie v podobě tepla. V případě nadměrného zahřívání siláží dochází ke snižování stravitelnosti živin.

WSC + kyslík → oxid uhličitý + voda + teplo



Doba trvání tohoto procesu závisí na řadě faktorů: typ silážované hmoty, délka řezanky, obsah sušiny, kvalita a rychlost utěsnění a další. Cílem je, aby byla co nejkratší a ztráty byly zanedbatelné. V případě, že silážovaná hmota je vystavena vzduchu delší dobu, umožňujeme růst nežádoucích mikroorganismů (kvasinky, plísně), které mohou znamenat další ztráty (Kaiser et al., 2004).

V průběhu aerobní fáze v síle se jako první začínají množit a fermentačně prosazovat enterobakterie, které maximální koncentrace dosahují zhruba po prvním dnu fermentace. Výsledným produktem fermentace cukrů jsou první kyseliny, a to, mravenčí, octová, částečně mléčná a také vzniká oxid uhličitý a vodík. S přibývajícím množstvím kyselin dochází k postupnému snižování pH a vytvářejí se podmínky vhodné pro další druhy bakterií mléčného kvašení. Hodnota pH se na konci této fáze pohybuje mezi 5,8–6,0. Klíčovou úlohou je, aby se co nejrychleji vytvořilo

prostřední vhodné pro dominanci bakterií mléčného kvašení a předešlo se tak vzniku silážím s nízkou živinovou hodnotou (Mitrík et al., 2018; Lindgren a Östling, 1995).

1.5.2 Fermentační fáze

Fermentační fáze začíná ihned po dosažení anaerobních podmínek. Dochází k velkému pomnožení bakterií mléčného kvašení (LAB), které snižují pH až na hodnotu 4,0, při které svou činnost také ukončují. Po začátku fermentace v krátkém časovém úseku dochází k rozpadu buněk, uvolňuje se buněčný obsah, který se stává přístupný pro rostlinné enzymy. V důsledku toho se velice rychle začínají množit bakterie mléčného kvašení, dochází k markantnímu růstu populace až na 1 miliardu na gram čerstvé píce. V ideálním případě, v průběhu fermentace dominují bakterie mléčného kvašení, hlavním produktem je silná kyselina mléčná, dochází k poklesu pH, růst nežádoucích bakterií je potlačen a ztráty sušiny či energie jsou velmi malé. Podíl kyseliny mléčné k ostatním vyrobeným produktům bude záležet na poměrné aktivitě homofermentativních a heterofermentativních LAB. V případě, že dochází k pomalému poklesu pH mohou se výrazněji prosazovat enterobakterie, které cukry fermentují primárně na kyselinu octovou. Dochází k značným ztrátám sušiny i energie a vzniká tzv. acetátová siláž. U silážích s vyšší sušinou dochází k potlačování fermentace a výsledné pH dosahuje hodnot vyšších než 5,0. V tomto případě mohou dominovat klostridie, jelikož dochází k produkci malého množství kyseliny mléčné či je produkována moc pomalu. Zvýšením populace klostridií může dojít k sekundární fermentaci. Klostridie fermentují WSC, kyselinu mléčnou a bílkoviny k výrobě kyseliny máselné, propionové, octové a amoniaku. Vznikají klostridiové siláže, které mají žluklý zápach a pro hospodářská zvířata jsou nechutná. (Kaiser et al., 2004; Jozala, 2017).

1.5.3 Stabilní fáze

Během stabilní fáze je pH silážovaného materiálu relativně stabilní. Pokud je udržováno anaerobní prostředí mikrobiální a enzymatická aktivita jsou minimální. Některé organismy jsou vůči kyselému prostředí tolerantní a toto období přežívají téměř v neaktivním stavu. Hlavní faktor, který ovlivňuje kvalitu siláže během skladování je kyslík. Je velice důležité, aby po celou dobu skladování bylo prostředí anaerobní, protože s přístupem vzduchu můžeme probudit k růstu neaktivní mikroorganismy, jako jsou např. klostridie, plísně nebo kvasinky. V důsledku toho

dochází ke ztrátám sušiny či energie. Obsah kyseliny mléčné se u dobře silážovatelných rostlin pohybuje od 1,5 – 2 % a pH dosahuje hodnot mezi 3,5 – 4,2. U hůře silážovatelných plodin nemusí dojít k poklesu pH ani pod hodnotu 4,5 (Moran, 2005).

1.5.4 Odběrová fáze

V této fázi může docházet ke značným ztrátám sušiny, organických živin a energie. Důležité je, aby siláž byla aerobně stabilní až do doby, kdy jí budou přijímat zvířata. Otevřením silážního žlabu se do silážované hmoty dostane vzduch, který umožní množení a aktivaci nežádoucích mikroorganismů. V případě, že v průběhu silážování docházelo k zanedbání technologického postupu, ať už se jednalo o pomalé vytlačování vzduchu ze siláže, nedostatečné vytlačení vzduchu či špatné zakrytí, dochází ke spouštění aerobní fermentace jejímž následkem je znehodnocená kvalita. Nežádoucí procesy ve spojení s přístupem vzduchu do siláže nazýváme aerobní nestabilitu siláže. Jako první se prosazují kvasinky, které fermentují cukry a kyseliny, následují plísně a bakterie (Mitrík et al., 2018, Loučka et al., 2019).

Produktem plísní jsou druhotné metabolity zvané mykotoxiny. Vedle znehodnocování živinové kvality siláže, při které může docházet až ke 40 % ztrátám sušiny, jsou velkým rizikem již zmíněné mykotoxiny. Většina z nich je považována za toxické a mají přímý vliv na zdraví zvířat. Negativně ovlivňují užitkovost zvířat, schopnost reprodukce, kvalitu mléka a dochází až k poškozování životně důležitých orgánů a tkání (Ježková, 2020; Jambor a Vosynková, 2020).

Aerobní stabilitu siláže můžeme ovlivnit pomocí heterofermentativních kmenů LAB, které inhibují aktivitu kvasinek. V průběhu fermentace hrají hlavní roli dvě kyseliny, a to mléčná a octová. Obě mají inhibiční účinky vůči nežádoucím mikroorganismům a tím podporují aerobní stabilitu, ale reálně toho může dosáhnout pouze kyselina octová, protože kyselina mléčná požadovaných inhibičních účinků dosahuje až v koncentracích, kterých v praxi dosáhnout nelze. Kombinací různých druhů a typů LAB můžeme dosáhnout pozitivního vlivu na aerobní stabilitu a vlastností siláže (Mitrík et al., 2018; Sucu a Filya, 2010).

Při zkrmování siláže je důležité dbát na odstranění zkažené povrchové vrstvy. To ovšem nemusí být pravidlem, pokud byl management poslední vrstvy perfektně zvládnutý vrstva vůbec zkažená být nemusí a můžeme ji normálně zkrmit, ovšem je nevyhnutelné ji před začátkem zkrmování zkontrolovat. Při odebírání bychom měli

zvolit vhodnou techniku, díky které zajistíme, že odběrová stěna bude souvislá a působnosti vzduchu bude vystaven co nejmenší povrch siláže. Použitím frézovací techniky zajistíme, že odběrová stěna je hladká a pravidelná, ovšem je nutné vzít v potaz, že při odebírání dochází k mechanickému zpracování a mění se struktura krmiva. Dále můžeme využít blokové vyřezávače či nakladače. Nutné je, aby technika byla správně použita a nedocházelo tak ke zbytečnému provzdušňování siláže (Mitřík et al., 2018).

1.6 Sklizeň kukuřice na siláž

Kukuřičná siláž patří mezi krmiva s velkým hektarovým výnosem energie. Sklizeň by měla probíhat v optimální fenofázi, jak z hlediska kvantitativních ukazatelů, tak z hlediska kvalitativních ukazatelů (obsah škrobu, stravitelnost NDF). Náklady na výrobu jsou až o 50 % nižší než u jiných krmných plodin. V našich klimatických podmínkách hraje kukuřičná siláž nezastupitelnou úlohu v krmných dávkách skotu, které jsou tvořeny zejména objemnými krmivy. Díky příznivému obsahu jednoduchých cukrů, řadíme kukuřici mezi lehce silážovatelná krmiva (Třináctý et al., 2013; Jambor a Vosynková, 2020).

Sklizeň zajišťují samojízdné sklízecí řezačky, kdy dochází v jedné technické operaci k uříznutí, nařezání a naložení na dopravní vůz. S nástupem precizního zemědělství se i zde můžeme setkat s dechberoucími technickými prvky, které nám sklizeň výrazně ulehčují. Společnost JohnDeere ve spolupráci s firmou Carl Zeiss vyvinula HarvestLab. Jedná se o systém, který je umístěn na řezačce a v reálném čase dokáže snímat obsah sušiny, ADF, NDF, škroby a další látky (Fikejs, 2021).

1.6.1 Výběr hybridu

Při výběru hybridu musíme v první řadě zohledňovat účel využití. Kukuřici využíváme dvěma užitkovými směry: na siláž a na zrno. Z agrotechnického hlediska jsou důležité půdní vlastnosti, typ výrobní oblasti, klimatické podmínky a další. Z výživářského hlediska jsou ceněny zejména tyto vlastnosti: vysoký výnos stravitelných organických živin, chutnost, vysoká koncentrace energie a obsah sušiny, který zajistí optimální průběh fermentace. Největší důraz je kladen na stravitelnost neutrálně detergentní vlákniny (SNDF), která podstatně ovlivňuje příjem sušiny i množství nadojeného mléka (Loučka a Tyrolová, 2013; Loučka et al., 2015). Tuto skutečnost ve své práci potvrzuje Oba a Allen (1999), kde bylo prokázáno, že pokud u hybridu dojde ke

zvýšení stravitelnosti NDF o 1 %, zvýší se příjem sušiny o 0,17 kg a zároveň dojde ke zvýšení denního nádoje mléka o 0,25 kg, upraveno na 4% tuk (FCM).

Rozdíly mezi hybridy jsou veliké, obsah NDF se může pohybovat v rozmezí 30 až 54 % a stravitelnost NDF 45 až 64 % (Loučka a Tyrolová, 2013). To ve své práci potvrzuje i Loučka (2021), kdy byla v pokusu naměřena nejvyšší stravitelnost NDF 54,7 % a nejnižší 47,8 %. Jedná se cca o 7% rozdíl. Pokud budeme vycházet z práce Oba a Allen (1999), jedná se o ztrátu 1,75 kg denně nadojeného mléka.

1.6.2 Sklizňové stádium

Optimální sklizňové stádium nastává v momentě, kdy zrno dosáhne mléčně-voskové až voskové zralosti. V tomto stádiu je obsah energie nejvyšší. Obsah sušiny celé rostliny se v těchto zralostech pohybuje v rozmezí 30 – 38 %. Kukuřice se ve své podstatě skládá ze dvou částí, a to z klasu a ze zelených částí rostliny (stéblo, listy). Obě tyto části mají rozdílný obsah sušiny, v případě, že chceme dosáhnout 33% obsahu sušiny celé rostliny, obsah sušiny v zrně bude 55 % a obsah sušiny zelených částí rostlin bude 25 % (Gálik et al., 2015).

Při optimálním obsahu sušiny se mléčná linie zrna nachází zhruba ve 2/3. Nedodržení optimálního termínu sklizně nevede již k žádnému zvyšování výživné hodnoty či ke zvýšenému ukládání živin. V případě časně sklizně, kdy je sušina nižší než 28 % se okrádáme o výnos sušiny, energie a také o koncentraci energie v kukuřičné siláži. V průběhu fermentace se více prosazují heterofermentativní bakterie, které vedle kyseliny mléčné produkují také kyselinu octovou. Ta může ve výsledku dosahovat větších koncentrací než kyselina mléčná. Při tomto typu dochází až ke dvojnásobným ztrátám živin než u homofermentativního kvašení. Mezi výhody brzké sklizně patří nižší obsah ligninu či dostatečné množství jednoduchých cukrů. Sklizeň v pozdější fenologické fázi naopak znamená vyšší lignifikaci, která znamená nižší stravitelnost organické hmoty. Vlivem zasychání listů dochází na jejich povrchu k rozvoji plísní a množení kvasinek, které negativně ovlivňují fermentační proces. V důsledku nedostatku cukrů, se nevytvoří požadované množství kyseliny mléčné a siláže mohou být ve výsledku méně stabilní (Třináctý et al., 2013; Jambor, 2000).

Na poli můžeme zanechávat nízké strniště (výška cca 20 cm), nebo můžeme sklízet kukuřici s vyšším strništěm (cca 40 cm). Vyšším strništěm dosáhneme větší koncentraci energie (v podobě škrobu), protože převládají palice nad zbytkem rostliny. Zároveň dochází k poklesu vlákniny (Loučka a Tyrolová, 2013). Zvolením vhodné

výšky strniště můžeme přímo ovlivnit mléčnou užitkovost dojnic i kvalitativní složení siláže. To ve své práci dokazují i Neylon a Kung (2003). V případě zanechání vyššího strniště (45,7 cm oproti 12,7 cm), došlo k navýšení produkce mléka o 1,5 kg na den. Také se zvýšila stravitelnost NDF z 31,8 % na 34,3 %. Výsledky této studie potvrzují, že zanecháním vyššího strniště můžeme zlepšit výživnou hodnotu kukuřičné siláže a tím i mléčnou užitkovost dojnic.

1.6.3 Délka řezanky

Délka řezanky se odvíjí od obsahu sušiny, stupně zralosti a způsobu zpracování. Při obsahu sušiny pod 30 % se doporučuje délka řezanky 15–20 mm. V opačném případě, kdy sušina dosahuje vyšších hodnot (35 % a více) se doporučuje (6–8 mm) TLC (Theoretical Length of cut). Jedná se o tzv. teoretickou délku řezanky, tedy vzdálenost ostří nožů, která se nastavuje v řezačce. Obecně můžeme říct, že platí pravidlo, čím vyšší obsah sušiny, tím kratší řezanka a naopak (Třináctý et al., 2013).

Se zvyšující se TLC řezanky je nutné mechanicky zpracovávat zrna (shredlage, corn cracker). Zpracování zrna je nezbytné pro udržení správné stravitelnosti živin a mléčné užitkovosti dojnic (Cooke a Bernared, 2005). Zpracování kukuřičného zrna má přímý vliv na stravitelnost škrobu. S rostoucím množstvím neporušených zrn dochází k poklesu stravitelnosti v trávicím traktu zvířete a zrna prochází bez jakéhokoliv využití výkaly ven. U zrna, které prošlo mechanickým zpracováním (bylo narušeno) je stravitelnost vyšší. To naznačuje, že při zpracování kukuřičné siláže dochází k porušování obalových vrstev zrna, kde je škrob zabudován a ten se poté stává více dostupným pro trávení (Johnson et al., 2002).

Při zvolení délky řezanky je důležité brát v potaz dvě skutečnosti. Ovlivnění průběhu kvality fermentace a fyziologické požadavky na strukturu krmiva. Je obecně známo, že kratší řezanka (<10 mm) má pozitivní dopad na průběh fermentačního procesu. Silážovaná hmota je perfektně udusána, vzniká dokonalé anaerobní prostředí a ve správném poměru jsou produkovány organické kyseliny. Zároveň je nutné zachovat dostatečné množství strukturální vlákniny, která je důležitá pro motoriku bачoru a následné přežvykování. Řešením může být technologie Shreladage. Jedná se o modifikaci válcového zrnového kondicionéru (corn crackeru). Tato technologie umožňuje efektivní prodloužení řezanky (> 20 mm) a kvalitnější narušení zrna. To umožňuje lepší stravitelnost NDF (48,25 %) v porovnání s použitím klasické technologie (47,18 %) (Doležal et al., 2021).

Závěrem můžeme říct, že mechanické zpracování kukuřičné siláže zlepšuje silážní vlastnosti, snižuje ztráty sušiny během fermentačního procesu, zlepšuje stravitelnost škrobu a vlákniny. To vše je způsobeno nadrcením kukuřičných zrn, nalámáním a nařezáním ostatních částí rostliny (stonek, listy). V důsledku toho může dojít ke zlepšení produkce mléka až o 2 kg na den (Johnson et al., 1999).

1.6.4 Nutriční hodnota

Kukuřičná siláž je považována za nejvýznamnější glycidové krmivo, které se v poslední době stalo hlavní složkou ve směsných krmných dávkách skotu. Do krmných dávek se v průměru zařazuje v množství okolo 15 kg a ve většině případech tvoří až 50 % podílu sušiny krmné dávky. Z ekonomického hlediska se jedná o nejlevnější energetické objemné krmivo, které se používá k výživě zvířat. Hlavním zdrojem energie u kukuřičné siláže je zrno. Rozlišujeme dva typy: flint a dent. Většina energie se nachází v endospermu, který je složen ze dvou vrstev, moučnaté a sklovité. Zrno typu dent obsahuje zejména moučnatý endosperm, díky kterému připomíná tvar zrna koňský zub, sklovitý endosperm se nachází pouze v bocích zrna. Zrno typu flint obsahuje mnohem více sklovitého endospermu, díky kterému je sklovitě lesklé a kulaté (Třináctý et al., 2013; Khan et al., 2015).

Stravitelnost škrobu se odvíjí od typu endospermu. Moučnatý typ je oproti sklovitému stravitelnější. Zároveň může typ endospermu ovlivnit stravitelnost NDF. V této studii bylo zjištěno, že stravitelnější NDF byla v případě využití sklovitého typu zrna (Lopes et al., 2009). Allen et al. (2021) ve své práci sledovali jaký má vliv na stravitelnost, příjem krmiva, bacherovou fermentaci a užitkovost zvířat stupeň namletí kukuřičného zrna. Zjistili, že jemnost namletí nemá vliv na příjem sušiny, ale typ endospermu ano. U moučnatého typu byla zjištěna tendence snižování příjmu sušiny oproti sklovitému endospermu (23,8 vs 25,1 kg/d). Typ endospermu zároveň neovlivnil množství mléka či jeho složení, kromě toho, že v případě sklovitého endospermu došlo k poklesu laktózy. Množství a složení mléka bylo více ovlivněno úrovní namletí zrna než samotným typem endospermu.

1.7 Silážní přípravky

Silážní přípravky se používají za účelem rychlého okyselení siláže, omezit nežádoucí typy fermentace, snížit živinové ztráty či zlepšit aerobní stabilitu siláže (Yitbarek a Tamir, 2014).

V případě, že při silážování použijeme silážní přípravky, můžeme proces označit jako řízenou fermentaci nebo jako řízenou aerobní stabilitu, záleží, za jakým účelem byl přípravek využit. Silážní přípravky dělíme podle:

- druhu na biologické, chemické a kombinované,
- funkce na stimulující fermentaci, inhibující fermentaci, potlačující aerobní degradaci, upravující prostředí,
- formy aplikace na tekuté a sypké,
- způsobu aplikace do silážované hmoty nebo na její povrch,
- určení, výroby krmiv pro zvířata nebo k výrobě bioplynu (Loučka et al., 2021).

1.7.1 Biologické (inokulanty)

Biologické přípravky hrají klíčovou roli při konzervaci a fermentaci silážovaných plodin. Nejčastěji obsahují bakterie mléčného kvašení, které úspěšně snižují hodnotu pH, inhibují přežívání nežádoucích mikroorganismů, zamezují ztrátám živin a zlepšují kvalitu siláže. Inokulanty můžeme aplikovat buď v tekuté nebo sypké formě. Obě metody mají své výhody či nevýhody (Třináctý et al., 2013; Kim et al., 2021).

Mezi nejvíce používané z homofermentativních bakterií patří například *Lactobacillus plantarum*, *Lac. acidophilus*, *Lac. salivarius*, *Pediococcus acidilactici*. Z heterofermentativních poté *Lactobacillus buchneri*. Často dochází k jejich kombinaci, protože různé bakterie mají jiné požadavky na optimální podmínky (obsah sušiny, teplota a pH) pro svůj růst a množení. Přípravky založené jen na bakteriích mléčného kvašení jsou vhodné pro plodiny s dostatečným obsahem ve vodě rozpustných cukrů, tedy plodiny lehce silážovatelné např. kukuřice. U plodin s nedostatečným obsahem cukrů je můžeme přidat v podobě melasy. Použitím enzymů zajistíme rozklad složitých sacharidů na jednoduché, které se stanou využitelné pro bakterie mléčného kvašení a také zvýšíme stravitelnost buněčných stěn (Kaiser et al., 2003).

1.7.2 Chemické (konzervanty)

Chemické konzervační přípravky se používají za účelem zlepšení fermentačního procesu, zlepšení aerobní stability, inhibice nežádoucích mikroorganismů a potlačení rozkladu bílkovin (Muck et al., 2018). Jejich použitím dojde k okamžitému okyselení silážované hmoty a rapidnímu poklesu pH, což vede k potlačení růstu nežádoucích mikroorganismů a dochází k výraznému omezení ztrát živin (bílkovin, sacharidů aj.) (Kaiser et al., 2003; Yitbarek a Tamir, 2014).

V extrémních hodnotách sušiny nebo při nedostatku vodorozpustných sacharidů jsou chemické přípravky účinnější než biologické. Rapidně snižují pH a redukují nežádoucí mikroflóru. Aplikace je velice jednoduchá, klíčovou roli hrají u horních vrstev a bocích siláže, kde není možné vzduch tak dokonale vytlačit. Za nevýhody můžeme považovat vyšší pořizovací cenu. Při přípravě, manipulaci a aplikaci je nutné dbát na bezpečnost práce a nezapomínat na organoleptické vlastnosti přípravků (Třináctý et al., 2013; Loučka et al., 2021).

Aktivními složkami chemických přípravků jsou kyseliny a jejich soli. Nejvíce používané jsou např. kyselina mravenčí, propionová nebo benzoová (Muck et al., 2018). Kyselina mravenčí se používá zejména kvůli přímému okyselení silážované hmoty. Naproti tomu kyselina propionová a benzoová se používají z důvodu zlepšení aerobní stability siláže (Queiroz et al., 2013).

1.7.3 Kombinované

Smícháním bakterií s vybranými chemickými látkami, zejména se solemi kyseliny propionové, sorbové nebo benzoové vznikají kombinované chemické přípravky. Tyto přípravky jsou využívány z důvodu dvojího účinku, bakterie zajišťují správný průběh fermentace a chemická část inhibuje růst plísní, množení kvasinek a zamezuje projevům dalších nežádoucích mikroorganismů, tedy podporuje aerobní stabilitu siláže. Životnost některých kmenů bakterií mléčného kvašení je ovlivněna dobou inkubace, koncentrací soli a teplotou. Počet živých kolonií bakterií může během několika málo hodinách klesnout na velice nízké hodnoty, proto se nedoporučuje chemické přípravky připravovat do zásoby, ale měly by být co nejrychleji spotřebovány (Loučka et al., 2021; Třináctý et al., 2013).

Použitím silážních přípravků můžeme také kladně ovlivnit užitkovost zvířat. Ve studii Daniel (2018) bylo zjištěno, že v důsledku použití homofermentativního bakteriálního inokulantu byla konečná koncentrace kyseliny mléčné vyšší (4,84 %) než u neošetřené kukuřičné siláže (3,83 %). Dále byla zjištěna vyšší stravitelnost sušiny, což vedlo k vyšším výnosům mléka.

1.8 Kvalita kukuřičné siláže

O tom, zda jsme vyrobili kvalitní kukuřičnou siláž nejlépe rozhodnout a dají najevo hospodářská zvířata, kterým budeme krmivo podávat. Vysoká produkce kvalitního mléka, značné přírůstky a bezproblémový zdravotní stav zvířat jsou jedny z nejuvěrohodnějších znaků, toho, že jsme vyrobili kvalitní kukuřičnou siláž (objemné/á krmivo/a).

Užitkovost zvířat je ovlivněna několika faktory, a proto je kvalita siláže hodnocena jako celek subjektivních a objektivních ukazatelů. Tyto ukazatele by měly poskytnout jakýsi předpoklad příjmu krmiva a následnou užitkovost zvířat. Při objektivním hodnocení se používají laboratorní testy. U subjektivního hodnocení se posuzují organoleptické vlastnosti krmiva jako je: barva, struktura, vůně (pach, aroma), někdy i chuť (Třináctý et al., 2013).

V České republice se k hodnocení siláží využívá Norma 2004. Hodnotí se kvalita fermentačního procesu a živinová kvalita siláže. K hodnocení se využívají následující parametry: obsah sušiny, vlákniny a dusíkatých látek. U fermentačního procesu se hodnotí smyslové posouzení, stupeň proteolýzy a obsah kyseliny máselné. Obsah sušiny se sleduje z důvodu, že je zvířatům nejčastěji podávána směsná krmná dávka (TMR), která je připravována v míchacích vozech, které vyžadují, aby sušina siláže byla kolem 35 %. Po ohodnocení může získat siláž maximálně 100 bodů. Za sušinu může získat 20 bodů, za vlákninu 30 bodů, za dusíkaté látky 20 bodů a za správný průběh fermentačního procesu 30 bodů. Při jakékoliv odchylce od normálu jsou dle tabulkových hodnot udělovány srážkové body. Tento systém je možné uplatnit i při finančním hodnocení krmiv. Získané body se sečtou a podle počtu je přiřazena celková třída I. – IV. a slovní ohodnocení (výborná – nezdařilá) (Pozdíšek et al., 2008).

1.9 Silážní mikroorganismy

Na povrchu rostlin se nacházejí různá společenstva mikroorganismů. Součástí jsou jak aerobní druhy, tak se na povrchu mohou nacházet vyloženě anaerobní druhy. Celkově tyto mikroorganismy nazýváme epifytická mikroflóra. Její počty a složení negativně ovlivňuje chemická kontaminace oleji ze strojů, kontaminace půdou, prachem a jiným mikrobiologickým materiálem. Všechny tyto mikroorganismy mají různé nároky a požadavky na svůj život, růst či množení. Z hlediska přístupu kyslíku, který je při silážování jedním z nejdůležitějších faktorů, který musí být pro úspěšnou fermentaci perfektně zvládnutý se mikroorganismy dělí na čtyři hlavní skupiny:

- AEROBNÍ – pro svůj život potřebují prostředí s kyslíkem
- MIKROAEROFILNÍ – pro růst jim stačí částečné množství kyslíku
- FAKULTATIVNĚ ANAEROBNÍ – jsou schopné žít v prostředí s kyslíkem i bez něho
- ANAEROBNÍ – vyžadují prostředí bez kyslíku (Mitrík et al., 2018).

Mikroorganismy obecně dělíme na žádoucí a nežádoucí. Mezi žádoucí patří bakterie mléčného kvašení, mezi ty nežádoucí řadíme klostridie a enterobakterie, ty vyžadují anaerobní podmínky. Dále mezi nežádoucí mikroorganismy, které ale vyžadují aerobní podmínky patří kvasinky, plísně a listerie ^[2].

Nežádoucí mikroorganismy narušují průběh fermentace, ovlivňují užitkovost zvířat nebo negativně působí na zdraví zvířat a také lidí. V důsledku toho jsou způsobovány vysoké ekonomické ztráty (Dunière et al., 2013).

1.9.1 Žádoucí mikroorganismy

Do této skupiny se řadí bakterie mléčného kvašení z několika rodů (*Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Streptococcus* aj.). Hlavním produktem po fermentaci cukrů je kyselina mléčná, dále dochází k produkci kyseliny octové, etanolu a oxidu uhličitého. Rozdělujeme je na homofermentativní, které z jednoho molu glukózy produkují dva moly kyseliny mléčné a heterofermentativní, které produkují jeden mol kyseliny mléčné, jeden mol oxidu uhličitého a jeden mol etanolu nebo kyseliny octové. Pro svůj růst potřebují různé aminokyseliny a vitamíny. V silážích nejčastěji najdeme obligátně a fakultativně heterofermentativní bakterie mléčného kvašení (Muck, 2010).

1.9.2 Nežádoucí mikroorganismy

Klostridie, někdy také nazývané jako bakterie máslového kvašení jsou největším nepřítelem silážního procesu a kvality siláží. Klostridiové siláže mají nízkou nutriční hodnotu a vyšší hodnoty ADF a NDF. Jejich hlavními živinami jsou sacharidy a bílkoviny, proto je také dělíme na sacharolytické (fermentují sacharidy) a proteolytické (rozkládají bílkoviny). Optimální pH pro jejich růst je v rozmezí 6,2 – 7,2, ale nejodolnější sacharolytické druhy ukončují svůj růst až při hodnotě 4,2. Klostridie nejčastěji fermentují sacharidy na kyselinu máselnou, kyselinu octovou, butanol, aceton a na plyny (vodík a oxid uhličitý). Nadměrný příjem kyseliny máselné může vést až ke vzniku ketóz. Proteolytické klostridie využívají volné aminokyseliny, které se přirozeně nebo po vzniku při procesu dýchání rostlin nacházejí v silážované hmotě. Z aminokyselin vytvářejí jedovaté biogenní aminy, amoniak, kyselinu octovou a máselnou. Markantní obsah v silážích, a to až 90 % ze všech biogenních aminů přítomných v siláži zaujímají putrescin, kadaverin, tyramin a histamin. Mají velmi nepříjemný zápach a chuť. Negativně ovlivňují příjem krmiva, narušují mikroflóru v bachoru a dochází k poklesu produkce mléka. Histamin navíc může způsobovat laminitidu. Klostridie a jejich spory se mohou nacházet i v surovém mléce a díky své odolnosti jsou schopné přežít i v méně příznivých podmínkách a narušit konečný mléčný produkt (Mitrík et al., 2018; Kung a Shaver, 2001).

Plísně a jejich toxiny (mykotoxiny) nacházející se v kukuřičných siláži nejčastěji způsobují dietetické poruchy u dojnic, zhoršují bachorové trávení a negativně ovlivňují kvalitu mléka. U něho dochází ke smyslovým změnám, objevují se krvavé příměsi, má hlenovitý vzhled a obsah somatických buněk je vyšší. Způsobují ztráty energie, degradují bílkoviny, zhoršují chutnost krmiva a záporně působí na fermentační proces. Ke snížení výskytu mykotoxinů a plísní v silážích je nutné zamezit jejich růst a následnou produkci mykotoxinů již na poli, během sklizně a při silážování (Třináctý et al., 2013; Wambacq et al., 2016).

Mezi nejčastěji vyskytující se toxické plísně v kukuřičných siláži patří zejména rody *Aspergillus* a *Penicillium*. Hlavní mykotoxiny, které se nacházejí v silážích jsou aflatoxiny, zejména alfatoxin B1, ochratoxin A, gliotoxin a další (Alonso et al., 2013). Kvasinky patří také mezi nežádoucí organismy. Za anaerobních podmínek přeměňují cukry na oxid uhličitý a vodu. Za aerobních podmínek kromě cukrů přeměňují

i kyselinu mléčnou na oxid uhličitý, vodu a vzniká teplo. Dochází ke zvyšování pH, což umožňuje rozvoj dalších nežádoucích mikroorganismů, jako jsou například klostridie nebo plísně. Oxid uhličitý představuje ztráty sušiny a teplo zhoršuje kvalitu a chutnost siláže (Mannetje, 2009; Mitřík et al., 2018).

Enterobakterie jsou velice početnou skupinou epifytické mikroflóry. Některé druhy se nacházejí na živých rostlinách jiné se zase prosazují až v průběhu fermentace, např. *Escherichia coli*. Redukují dusičnany na toxické oxidy dusíku a při rozkladu aminokyselin produkují biogenní aminy, tak jako klostridie. Jejich růst a životaschopnost se postupně snižuje s poklesem pH (Queiroz et al., 2018; Driehuis, 2013).

1.10 Výživa a technika krmení dojnic

Díky své jedinečné schopnosti přeměňovat objemná krmiva na mléko a významu vůči hospodaření na orné půdě se dojnice řadí mezi nejvýznamnější hospodářská zvířata. Kravské mléko díky svému složení má pro lidský organismus důležitý význam, poskytuje esenciální aminokyseliny, minerální látky a vitamíny. Mléčná užitkovost je dána genetickým potenciálem plemene, výživou, zdravotním stavem a v neposlední řadě pohodlím zvířat. Výživa je přímo ovlivnitelná chovatelem a z ekonomického hlediska představuje největší variabilní náklad. Zkrmovány by měly být jen vyrovnané krmné dávky, které poskytují dostatečné množství energie, dusíkatých látek a dalších složek. Složení krmných dávek, z kvantitativního i kvalitativního hlediska musí odpovídat specifickým požadavkům dojnic v jednotlivých obdobích laktace, popřípadě krávám stojících na sucho. Nedoporučuje se používat shnilá, či jinak znehodnocená krmiva, která mohou ohrozit zdravotní stav, ale i mléčnou užitkovost dojnic (Kudrna et al., 1998).

Pohodlím zvířat se rozumí takové podmínky, které umožňují naplnění základních fyziologických a psychických nároků zvířete. Zároveň nesmí docházet k jakémukoliv psychickému či fyzickému strádání nebo týrání ze strany chovatele. Souhrnně se tyto podmínky označují jako welfare zvířat. Součástí je způsob výživy, technika, organizace a technologie chovu, vztah a chování člověka ke zvířeti, klimatické podmínky, chovatelské podmínky (prostor pro ležení, kvalita podlahy) a jiné. Všechny uvedené faktory pro udržení dobré pohody zvířat jsou velice důležité a není možné ani jeden z nich obejít či ignorovat. Ovšem nutností je, aby jako první byly zabezpečeny materiální (fyziologické) potřeby (zajištění vody a krmiva)

a postupně se naplňovaly ty nemateriální (mentální, psychické). Tyto požadavky jsou zdůvodněny eticky, ale plynou i z ekonomického hlediska. Pouze zvíře, které cítí „pohodu a spokojenost“, tedy má naplněné veškeré materiální i nemateriální požadavky může poskytovat maximální užitek, může kvalitně zhodnocovat krmnou dávku, uchovat si zdraví, produkční i reprodukční schopnosti a jeho chov může být jak z hlediska zvířat, tak chovatelů úspěšný (Gálik et al., 2015).

1.10.1 Směsná krmná dávka (TMR)

Nejprogresivnější a naprosto rutinní záležitostí ve všech věkových kategoriích skotu mimo skot do odstavu je využívání směsných krmných dávek (Total mixed ration – TMR). Jedná se o techniku krmení, při níž se všechny objemná a jadrná krmiva včetně veškerých minerálních a vitaminových doplňků smíchají dohromady a vznikne homogenní směs, tedy TMR. Pro zajištění optimální funkce bачoru, produkce slin a přežvykování je nutné, aby TMR obsahovala dostatečné množství hrubé vlákniny, a především přiměřený obsah dlouhých částic, tedy strukturální vlákniny (seno, krmná sláma, siláž s upravenou sušinou), které dráždí receptory bачoru a vyvolávají již výše zmíněné přežvykování (Doležal a Staněk, 2015).

Směsná krmná dávka výrazně omezuje možnost separování, tedy přebírání krmiva dojnici. V případě nevyužívání směsných krmných dávek, budou mít krávy tendenci si vybírat snadno stravitelná krmiva. To může způsobovat pokles pH v bачoru (Hulsen a Aerden, 2014).

K přípravě směsných krmných dávek se nejčastěji využívají míchací krmné vozy, které umožňují připravit kvalitní krmnou dávku, která nám zajistí maximální produkční výsledky, díky dostatečnému příjmu všech složek krmiva v průběhu celého roku. Obzvláště u vysokoužitkových dojnic je nutné připravit a podávat kvalitně promíchanou směsnou krmnou dávku, která zaručí, že dojnice přijmou dostatečné množství sušiny a energie s co nejlepší stravitelností (Gálik et al., 2015).

Při přípravě směsné krmné dávky je nutné dodržovat přesně složení a hmotnost jednotlivých komponent. Pro vytvoření stejnorodé směsi má svá přesná pravidla i pořadí vkládání jednotlivých komponent. Pro ty platí obecná zásada od suchých k vlhkým a od dlouhých ke krátkým. Doba mísení závisí na samotném systému míchacího vozu. Nemělo by docházet k nedostatečnému, ale ani nadměrnému zamíchání. Taková krmná dávka je neúčinná a může vést až ke zdravotním

komplikacím a poklesu užitkovosti. Nejméně 25 % částic by mělo mít délku od 35 do 50 mm. K dosažení perfektně zamíchané krmné dávce s jasnou strukturou stačí 5 – 10 minut mísení. Výsledná krmná dávka by měla být na krmný stůl zakládána vždy ve stejnou dobu, nedodržení pravidelnosti je pro krávy stresujícím faktorem a jistě se projeví na užitkovosti. Směsná krmná dávka by měla být neustále dostupná, jelikož už po dvou hodinách hladovění dochází k potlačení bachorové mikroflóry a snížení užitkovosti. To zajistíme pravidelným přihrnováním (Doležal a Staněk, 2015; Kudrna, 2009).

1.11 Sacharidy jako zdroj energie

Hlavním a také tím nejdůležitějším zdrojem energie v krmných dávkách dojnic jsou sacharidy. Úroveň fermentace a celkový průběh silážování značně ovlivňuje množství, kvalitu a poměr strukturních a nestrukturních sacharidů, které se nacházejí v krmivu. To vše se přímo odráží na zdravotním stavu a užitkovosti zvířat. Stravitelnost jednotlivých částí je ovlivněna mikrobiální činností předžaludků a rychlostí, jakou trávenina projde trávicím traktem (Kudrna et al., 2010).

V rostlinách a tím pádem také i v krmivech se nacházejí dva druhy sacharidů. Strukturální (celulóza, hemicelulóza a pektiny) a nestrukturní sacharidy (cukry a škroby). Cukry se nacházejí v buňkách rostoucích rostlin a škroby působí jako zásobní zdroj energie v obilninách a okopaninách. Mezi strukturální sacharidy je dále zařazován lignin, který svým chemickým složením mezi sacharidy ale nepatří (Doležal et al., 2005).

Nestrukturní sacharidy jsou přímým zdrojem energie. Strukturální sacharidy (NDF) mají významné postavení ve výživě dojnic a také obecně přežvýkavců. Významnou funkcí NDF je její fyzikální struktura. Ta zajišťuje motoriku bachoru a posouvání tráveniny v celém zažívacím traktu. Nedostatečná fyzikální funkce NDF způsobuje bachorové acidózy nebo přetočení (dislokaci) slezu. Účinnost NDF je ovlivněna velikostí částic, stupněm lignifikace a zastoupení jednotlivých částí v krmivech. Dostatečné množství efektní vlákniny (eNDF) podporuje tvorbu slin, přežvykování a udržuje optimální pH v bachoru. Nedostatek eNDF způsobuje pokles tvorby kyseliny octové, která je prekurzorem pro tvorbu mléčného tuku, tím pádem od dojnice získáme mléko s nižším obsahem tuku. Obsah efektivní NDF ve směsné krmné dávce měl být zhruba 21 % (Loučka et al., 2017).

1.12 Bachorová fermentace

Trávicí soustava skotu se skládá z dutiny ústní, hltanu, jícnu, předžaludku (bachor, čepec a kniha) a vlastního žaludku, který je označován jako slez. Dalším úsekem trávicího traktu je střevo, tedy úsek od žaludku k řitnímu otvoru. Střevo se dělí na dvě hlavní části, a to na střevo tenké a tlusté. Tenké střevo je rozděleno na tři úseky: dvanáctník, lačník a kyčelník. Tlusté střevo je rovněž rozděleno na tři části: slepé střevo, tračník a konečník. Celá trávicí soustava je zakončena řitním otvorem (Kudrna et al., 1998).

Objemná krmiva, která tvoří největší část přijaté potravy polygastrickými zvířaty jsou primárně zpracovány mikroorganismy v předžaludku. Z jednotlivých částí předžaludku má největší význam bachor, ve kterém se potrava ukládá, třídí, mísí a posouvá v trávicím traktu dále. Přijatá potrava není tak dokonale zpracována v ústní dutině, vrství se v bachoru, kde je díky střídavým kontrakcím neustále promíchávána. Aby došlo k jejímu dokonalejšímu zpracování a bachorová mikroflóra mohla plnit svou funkci se po určitém čase přijatá potrava vrací zpět do dutiny ústní, kde dochází k dalším úpravám. Tento proces se označuje jako přežvykování (ruminace) (Sláma et al., 2015).

Fermentace, která probíhá v bachoru je způsobena činností bakteriálních a protozoálních mikroorganismů. Bakterie uskutečňují zhruba 80 % bachorového metabolismu a zbylých 20 % provádějí nálevníci (prvoci). Jedná se o anaerobní mikroorganismy, takže pro svůj život vyžadují podmínky bez přístupu vzduchu. Při fermentaci produkují těkavé mastné kyseliny a plyny (oxid uhličitý a metan), které jsou pomocí krkání (eruktace) odváděny z těla ven. Z kyselin jsou produkovány zejména kyselina octová, propionová a máselná. Obvykle jsou produkovány v následujícím poměru: 60 – 70 % kyselina octová, 15 – 20 % kyselina propionová a 10 – 15 % kyselina máselná. Koncentrace kyseliny propionové se zvyšuje s vyšším obsahem rozpustných cukrů nebo škrobu v krmné dávce, naopak růst obsahu kyseliny octové je způsoben vlákninou. Vzniklé těkavé mastné kyseliny se resorbují přes stěnu bachoru a slouží jako přímý zdroj energie, nebo dochází k syntéze glukózy (Reece, 2010).

1.13 Mléčná užitkovost

Mléčná užitkovost se u skotu řadí mezi klíčové užitkové vlastnosti. Přijaté živiny dokáže kráva několikanásobně lépe přeměnit na plnohodnotnou mléčnou bílkovinu než na maso. U mléčné užitkovosti je důležité rozlišovat následující termíny. Dojnost označuje schopnost dojnice produkovat mléko, dojivostí rozumíme fenotypový projev, tedy reálné množství nadojeného mléka a dojitelnost označuje schopnost dojnice uvolňovat mléko za určitý čas. Mléko, které se od krav získá dojením je prodáno na trhu a slouží primárně k výživě lidí. Krávy, které dojeny nejsou poskytují mléko jen pro svá telata. V prvním případě hovoříme o dojných krávách nebo také jako o krávách s tržní produkcí mléka (TPM), v druhém případě se jedná o krávy bez tržní produkce mléka (BTPM) (Skládanka et al., 2014).

Královnami v mléčné užitkovosti jsou krávy holštýnského plemene, které svými počty zaujímají dominantní postavení. Jsou známi svým typickým černobílým zbarvením. Množství bílé a černé barvy může být různé, od téměř zcela černé až po téměř zcela bílou. Díky přítomnosti červené alely, se ve výjimečných případech můžeme setkat s tzv. red holstein. Jedná se o krávy s větším tělesným rámcem o hmotnosti 600–800 kg. Svou popularitu si získali zejména díky extrémně vysoké průměrné produkci mléka, která se pohybuje v rozmezí 25 – 35 kg/den (Fuquay et al., 2002).

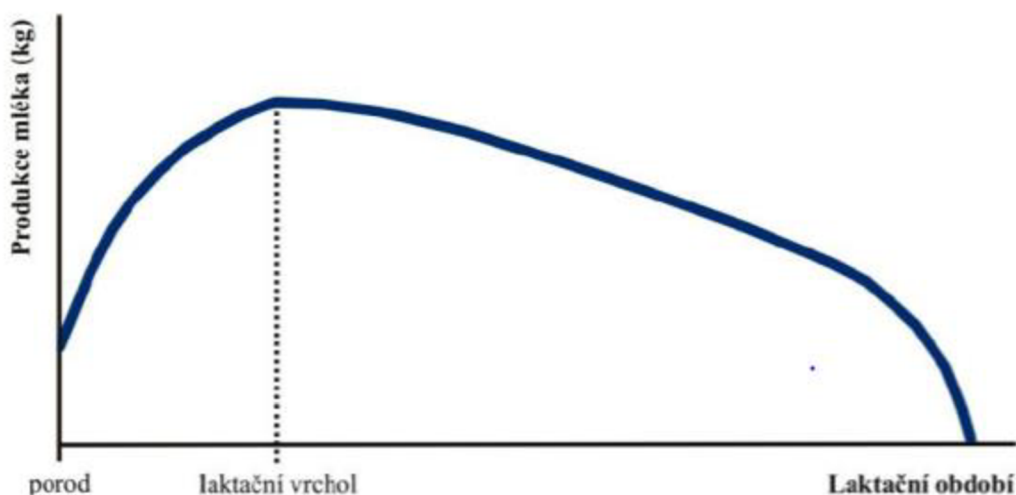
1.13.1 Laktace

Narozením telete dochází ke stimulaci mléčné žlázy a u krav začíná období, kdy produkují mléko, tedy laktace. Ta trvá do ukončení sekreční činnosti vemene, do zaprahnutí dojnice. Původní délka laktace byla krátká, protože sloužila zejména pro výživu narozených telat. Postupnou domestikací a zootecnickou prací se dosáhlo toho, že laktace několikanásobně přesahuje potřeby narozených potomků, a proto může být mléko využito ve výživě lidí. Vlastní laktace má dvě fáze. Po otelení začíná fáze vzestupná, kdy dochází k postupnému zvyšování denní produkce mléka. Po dosažení nejvyšší denní dojivosti následuje sestupná fáze, ve které se denní množství nadojeného mléka až do zaprahnutí snižuje (Skládanka et al., 2014; Jelínek a Koudela et al., 2003).

K udržení laktace je nutné zachovat dostatečný počet buněk způsobilých produkovat mléko a alveolární buněčné aktivity. Vzniklé mléko musí být pravidelně vysáváno teletem nebo vydojováno. Pokud mléko není pravidelně vyprazdňováno, do

24 hodin dochází k zastavení jeho shromažďování a zastavuje se i jeho tvorba. K udržení funkce mléčné žlázy slouží některé hormony. Z adenohipofýzy jsou vyplavovány prolaktin (LTH) a růstový hormon somatotropin (STH). Oba laktaci udržují, prolaktin se podílí na zahájení laktace po porodu a somatotropin prostřednictvím přísunu živin zvyšuje tvorbu mléka. Pro udržení laktace jsou potřebné i další hormony, štítná žláza produkuje tyroxin, příštítná tělíska parathormon a další (Gálik et al., 2015).

Délka laktace se v rámci jednotlivých druhů zvířat odlišuje. V zootechnické praxi se používá pojem normovaná laktace. Jedná se o přesný časový úsek, který udává fyziologickou délku laktace daného druhu. U skotu se uvádí 305 dnů. Ovšem skutečná délka laktace, zejména u vysokoužitkových dojnic se často pohybuje v rozmezí 320 – 340 dnů. Průběh laktace je dán laktační křivkou (Obrázek 1.1), která předpokládá, že se množství mléka od porodu zvyšuje, dosáhne maxima a poté až do zaprahnutí dojnice klesá ^[4].



Obrázek 1.1: Zobecněný tvar laktační křivky ^[4]

1.13.2 Tvorba a sekrece mléka

Mléčná žláza dojnice (vemeno), je mohutný žláznatý orgán, který je uložen ve stydké krajině. Jedná se o souměrný útvar, který je mezivemennou brázdou rozdělen na levou a pravou část. Každá část je dále rozdělena na přední a zadní čtvrt, zakončené strukem. Specifické prekurzory pro tvorbu mléka vznikají fermentací v trávicím ústrojí a dále jsou zpracovány játry a krví dopraveny do mléčné žlázy. Sekreční složku mléčných žláz představuje žláznatý parenchym. Základní stavební jednotkou jsou mléčné

alveoly a tubuly, které jsou seskupené do lalůček. Každý lalůček je tvořen zhruba 100 – 200 alveolami. V alveolách a tubulech jsou přítomné sekreční buňky, které tvoří a vylučují mléko. Produkce mléka je velice náročný proces, kdy k vytvoření 1 litru mléka musí mléčnou žlázou protéct 450 – 500 litrů krve (Gálik et al., 2015; Sláma et al., 2015).

1.13.3 Kvalita a složení mléka

Prvním produktem, který je vylučován mléčnou žlázou po porodu je mlezivo (kolostrum). Složení kolostra je výrazně odlišné od normálního (zralého) mléka, ale tyto rozdíly se po 4 – 6 dnech téměř vytráčí. Složení mléka a mleziva krávy je uvedeno v tabulce 1.1. Kolostrum je oproti mléku bohatší na syrovátkové proteiny, zejména na imunoglobuliny. Ty poskytují novorozenému teleti pasivní imunitu. Resorpce imunoglobulinů ze střeva do krevního oběhu je časově omezená. U telat trvá od 1 – 2 dnů, ale podáno by mělo být co nejdříve po porodu. Dalšími rozdíly ve složení oproti mléku jsou například vyšší koncentrace vitamínu A, E, karotenu, dále mlezivo obsahuje více bílkovin, popelovin a tuků, a naopak méně laktózy (Reece, 2010).

Tabulka 1.1: Složení mleziva a mléka krávy (Jelínek a Koudela et al., (2003))

Složky (%)	Mlezivo	Mléko
Voda	72,0	87,0
Sušina	28,0	13,0
Bílkoviny celkem	20,0	3,3
Imunoglobuliny	11,0	0,1
Kasein	5,0	2,7
Laktóza	2,5	5,0
Mléčný tuk	3,4	3,6
Minerální látky	1,8	0,7

Základní složky mléka jsou: tuk, laktóza, bílkoviny, minerální látky, vitamíny, nebílkovinné dusíkaté látky a voda. Hlavní bílkovinou mléka je kasein, který tvoří zhruba 80 % všech bílkovin. Zbýlých 20 % připadá na syrovátkové bílkoviny, mezi které patří například α -laktalbumin nebo β -laktoglobulin. Kasein se v mléku nachází ve čtyřech variantách, a to α -kasein (45 – 55 %), κ -kasein (8 – 15 %), β -kasein (25 – 35 %), γ -kasein (3 – 7 %). Hlavními prekurzory pro tvorbu

bílkovin jsou volné aminokyseliny v krvi. Pro tvorbu aminokyselin, je nutné ve výživě dojnic zajistit dostatečné množství bílkovin degradovatelných v bacheru, jež slouží k tvorbě mikrobiálního proteinu. Ten představuje hlavní zdroj aminokyselin ve střevě. Mléčný tuk se v mléku nachází ve formě tukových kuliček, jehož základní složkou jsou triglyceridy. Základním sacharidem v mléku je laktóza. Ta je syntetizována z glukózy a galaktózy, přičemž snížení přístupnosti glukózy pro mléčnou žlázu znamená nižší produkci laktózy. Glukóza v krvi vzniká z volných mastných kyselin, které vznikají při bacherové fermentaci. Z minerálních látek má nejvyšší zastoupení vápník, fosfor a draslík. Vitamíny se do mléka dostávají přímo z krve, sekreční buňky je nejsou schopné syntetizovat. Obsah vitaminů se tedy odvíjí od jejich příjmu v krmivu. V mléce jsou obsaženy vitaminy rozpustné ve vodě (vitaminy skupiny B a vitamin C), tak i v tuku (A, D, E, K) (Sláma et al., 2015; Loučka et al., 2020).

Mléko je v našich podmínkách zpeněžováno prostřednictvím mlékáren. Mléko musí pocházet od zdravých krav krměných krmivem, která jsou zdravotně nezávadná a neznehodnocují složení a jakost mléka. Mezi organoleptické vlastnosti mléka patří, barva, konzistence, vzhled, vůně a chuť. Základní kvalitativní požadavky, které musí mléko splňovat jsou následující:

- Celkový počet mikroorganismů (CPM), musí být menší než 100 000 v 1 ml
- Počet somatických buněk (SB), nesmí u standardního mléka překročit 400 000 v 1 ml
- Rezidua inhibičních látek se ve standardním mléce nesmějí objevovat vůbec
- Bod mrznutí mléka (BM nebo BMM) musí být menší než hodnota $-0,520\text{ }^{\circ}\text{C}$

Ke zmíněným základním kvalitativním znakům dále patří minimální obsah bílkovin, který musí být 2,8 %. Obsah tuku musí dosahovat hodnoty alespoň 3,3 % a obsah tukuprosté sušiny musí být vyšší než 8,5 %. V případě nesplnění požadovaných kvalitativních parametrů, je mléko označeno za nestandardní. V lepší případě je vykoupeno za nižší cenu, v tom horším je chovatel nucen zaplatit kompenzaci za znehodnocení suroviny. Tyto extrémní situace nastávají pouze výjimečně, protože požadavky na kvalitu mléka jsou bez problému splňovány (Skládanka et al., 2014).

2 Cíl práce

Cílem této práce bylo vypracování literární rešerše, která se věnuje procesu silážování a dopadu nedodržení technologických postupů na kvalitu kukuřičné siláže. Dále je zhodnocen vliv kvality kukuřičné siláže na mléčnou užitkovost, reprodukci a zdraví dojnic a také na celkovou ekonomiku výroby mléka.

Fakta vypracovaná v literárním přehledu jsou podpořena pozorováním těchto postupů a dopad jejich nedodržení na výše zmíněné ukazatele v praxi.

3 Materiál a metodika

3.1 Metodika

Ve zvoleném podniku Úněšovský statek akciová společnost byla zhodnocena kvalita a složení kukuřičných siláží a byl sledován dopad na mléčnou užitkovost dojnic. Veškeré informace a potřebné údaje o sledovaném podniku, užitkovosti, rozborech kukuřičných siláží, složení směsných krmných dávek a faktech o produkci mléka byly získány od hlavního zootechnika statku.

Hodnocena byla data získána v letech 2018 – 2021. Tato data převážně pocházela z mléčné farmy v Pernarci. Sledována a hodnocena byla vždy kompletní roční mléčná užitkovost u chovaného plemene Holštýn. Dále byly sledovány a hodnoceny nežádoucí a žádoucí složky a jejich množství v kukuřičných siláží a možný dopad na zdraví, mléčnou užitkovost a celkovou ekonomiku výroby mléka. Jednotlivé roky byly porovnávány mezi sebou. K vypracování této práce byly použity programy Microsoft Office Word 2016 a ke zhotovení tabulek a grafů byl využit Microsoft Office Excel 2016.

Kukuřice je pěstována na rozloze 500 hektarů. Před založením porostu jsou na vybraných pozemcích provedeny veškeré agrotechnické práce, které zajistí správné vzházení a výživu rostlin. Porost je zakládán v první třetině dubna dle počasí pomocí speciálního 8 řádkové secího stroje od firmy Kinze.

Využívány jsou zrnové a silážní hybridy s číslem FAO v rozmezí 230 – 260. V průběhu zakládání porostu jsou vždy využity oba hybridy zároveň, a to vždy po 4 řádcích. Rozteč mezi jednotlivými řádky je 75 cm. Díky chovanému mléčnému skotu a sním spojenou produkci velkého množství kejdy je kukuřice v průběhu vegetace kejdou několikrát přihnojována. Aplikace je prováděna velkoobjemovými cisternami s úzkými pneumatikami, které zajistí, že nebude docházet k poškozování již vzešlých rostlin. Při aplikaci je zároveň jako samostatná operace prováděno plečkování, které zajistí zapravení kejdy do půdy a lepší přístupnost živin a zároveň dochází k redukci možného zaplevelení.

Většina kukuřice je sklizena na siláž, ale díky zastoupení CCM ve směsné krmné dávce musí být část sklizena na zrno. Sklizeň probíhá v optimální zralosti po ukončení ukládání živin při sušině v rozmezí 30 až 35 %. Prováděna je samojízdou sklízecí řezačkou Claas Jaguar 950 s rotačním adaptérem pro sklizeň kukuřice. Ta je vybavena drticím zařízením CORN-CRACKER, které slouží k narušení kukuřičných zrn.

V případě, že je potřeba zvýšit koncentraci energie či zajistit vyšší stravitelnost organické hmoty (stonek obsahuje velké množství nestravitelného ligninu) sklízí se kukuřice se zanecháním vyššího strniště. Díky tomu dojde ke snížení podílu zbytku rostliny oproti zrn.

K uskladnění silážované hmoty slouží průjezdné povrchové silážní žlaby, do kterých je hmota dopravována pomocí traktorů s velkokapacitními vozy. V průběhu naskladňování je hmota rozhrnována do tenkých vrstev kloubovým nakladačem a následně dusána traktorem s vagónovým válcem. V průběhu silážování jsou dodržovány veškeré technologické faktory, které podmiňují úspěch samotného silážování. Tzn., že jsou řádně vyčištěny silážní žlaby, využívané stroje jsou ve výborném stavu, hmota je řádně rozhrnována a dusána. Veškerá technika, která je v průběhu silážování využita je majetkem statku. V případě sklizně kukuřice na zrno a následné výroby CCM je silážování do vaků zajišťováno službami.

Pro zajištění kvalitního průběhu fermentace je využíván konzervační přípravek silabag. Jedná se o směs heterofermentativních a homofermentativních bakterií, které podporují průběh fermentace a aerobní stabilitu hotového krmiva. Naskladněná silážní hmota je přikryta plastovými plachtami, které jsou zatěžkány pneumatikami a gumovými pláty. Zde je důležité, aby zakrytí bylo co nejpreciznější, protože největší nepřítel siláží je vzduch.

3.2 Charakteristika podniku

Úněšovský statek akciová společnost se nachází v plzeňském kraji se sídlem v Úněšově, který se nachází zhruba 30 km severozápadně od města Plzeň. Podnik se zabývá rostlinnou i živočišnou výrobou hospodařící v okrese Plzeň-sever v nadmořských výškách 550 až 750 metrů nad mořem. Celková výměra obhospodařované zemědělské půdy čítá zhruba 6 000 ha z níž orná půda tvoří cca 4 400 ha, trvalé travní porosty poté zaujímají 1 595 ha a 5 ha tvoří biopás. Z trvale travních porostů činí 670 ha louky a 925 ha pastviny. Půdy jsou převážně hlinité, hlinitopísčité ale také hlinitojílovité.

V Úněšově se dále nachází autorizovaný servis John Deere, a proto je zde situována veškerá zemědělská technika. Živočišná výroba je zaměřena hlavně na produkci mléka. Mléčné farmy jsou dvě: Pernarec a Chrančovice. Doplňkovým chovem je chov skotu na maso, který je chován v několika stájích a pastvinách ve vyšších nadmořských výškách regionu.

3.2.1 Rostlinná výroba

Rostlinná výroba disponuje širokým osevním postupem, který je zajišťován intenzivním způsobem hospodaření. Mimo celorepublikově pěstované plodiny, jako je pšenice nebo řepka jsou v osevním postupu zařazeny méně obvyklé plodiny, např.: mák, len, žito nebo pšenice špalda. Bohužel tyto komodity v České republice nemají takové uplatnění a musí být prodávány do Německa.

Osevní postup se skládá zhruba ze 2400 ha obilovin, z nichž největší podíl zaujímá ozimá pšenice, a to necelých 1420 ha. Na 980 hektarech je pěstována ozimá řepka a 320 ha je osíváno mákem. Zbytek je využíván k produkci krmiva pro chovaný skot, kde je na 500 ha pěstována kukuřice, která se sklízí na siláž nebo na CCM a na 330 ha je vojtěškotravní směs.

3.2.2 Živočišná výroba

Živočišná výroba je primárně zaměřena na chov mléčného skotu plemene Holštýn. Stádo se skládá z 900 mléčných krav, které jsou chovány na dvou farmách, Pernarec a Chrančovice. Vyprodukované mléko je prodáváno do dvou mlékárnách – Goldsteig v bavorském Chamu a druhá část mléka putuje do mlékárny Hollandia Krásné Údolí, kde jsou vyráběny jogurty.

Obnova stáda je zajišťována z vlastních zdrojů. Telata jsou odchovávána v teletníku v Pernarci a poté po dosažení určitého věku jsou převezena do Krsova, kde probíhá odchov jalovic. Stádo v Krsově se skládá ze 130 chovných a z 200 březích jalovic.

Doplňkovým chovem je chov skotu na maso. Stádo se skládá zhruba ze 650 kusů plemene Masný Simentál.

3.2.3 Mléčná farma Pernarec

Na mléčné farmě v Pernarci je ustájeno 440 dojnic, 35 březích jalovic, 110 telat a v teletníku je možnost ustájit až 250 kusů.

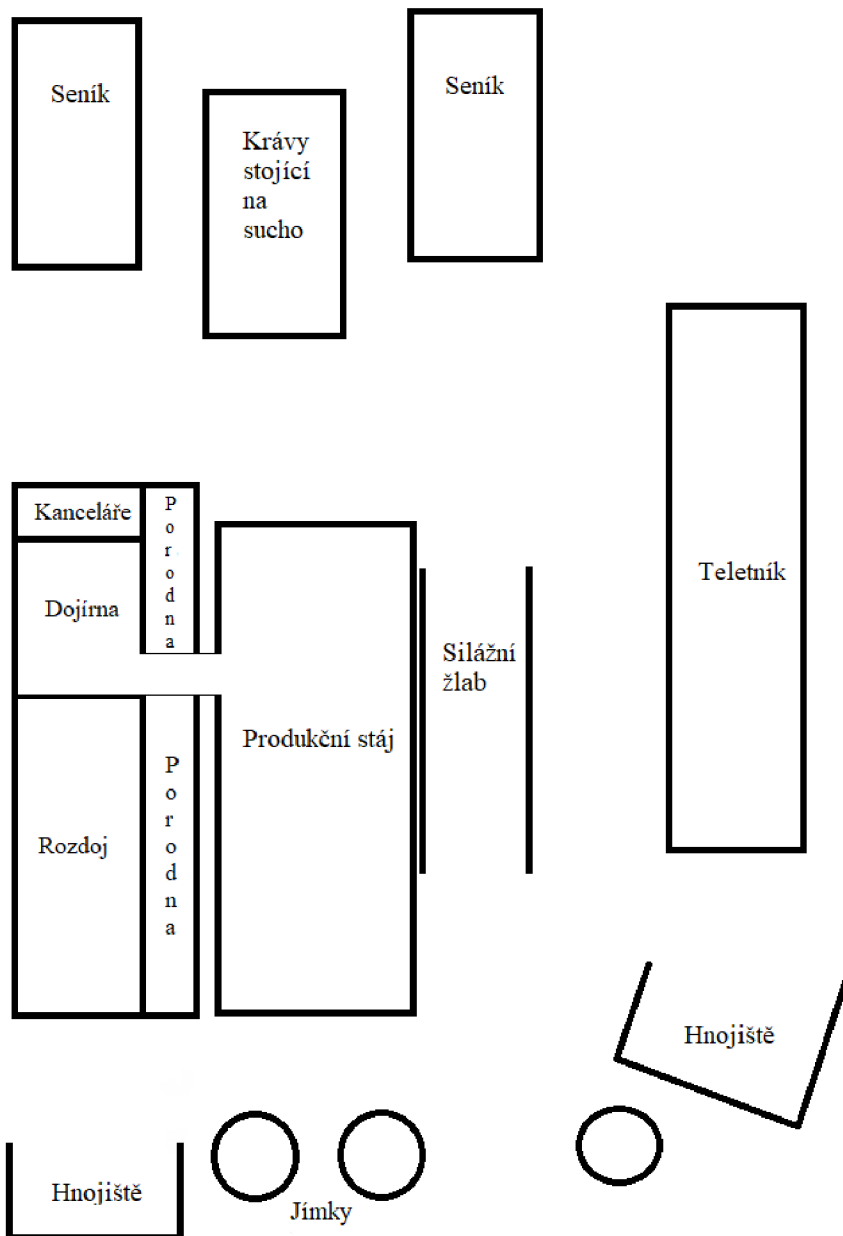
Krávy stojící na sucho jsou ustájeny na hluboké podestýlce a k dispozici mají celoroční výběh. Na hluboké podestýlce je také založen teletník a porodna. V porodně je k dispozici 10 kotev. Sláma se přistýlá v případě potřeby.

Dojnice jsou ustájeny ve volné produkční stáji. Jedná se o třířadou stáj, s boxovými loži stlanými separátem ošetřeným hašeným vápnem pro zajištění dostatečné hygieny vemene. Veškeré výkaly z chodeb jsou vyhrnovány třikrát denně do středu stáje, kde se nachází sběrný kanál. Po celé stáji jsou k dispozici hlavové zábrany, tzv. headlocky pro krční fixaci. Boční stěny a vjezdy jsou otevřené, v případě potřeby jsou vybaveny svinovacími plachtami. Výměnu vzduchu a ventilaci zajišťují výkonné ventilátory, které do jisté míry chrání vysokoužitkové dojnice před tepelným stresem, který může být jedním z příčin poklesu užitkovosti.

Všechny dojnice jsou dojeny třikrát denně v rybinové dojárně Fullwood s 2 x 12 stánými. Časový interval mezi dojením je 8 hodin. Krávy jsou rozděleny do čtyřech skupin. Identifikaci a komunikaci s dojárnou zajišťují pedometry. Dále se využívají obojky, které poskytují informace o žraní, přežvykování a v neposlední řadě detekují říji zvířete. Vzhledem k tomu, že se denně nadojí 16 000 litrů mléka, jsou v mléčnici k dispozici dva tanky o kapacitě 2 x 10 000 litrů mléka.

Reprodukce je řízena pomocí synchronizačních programů. Konkrétně se jedná o Double Ovsynch, který je plošně využíván na první inseminace, přeběhlé dojnice jsou zapuštěny přirozeně a v případě potřeby je využíván taktéž Ovsynch.

Krávám v produkční stáji je po celou dobu laktace předkládána neměnná směsná krmná dávka (TMR). Ta se do stáje zaváží jedenkrát denně převážně v ranních hodinách. Krávám, které stojí na sucho je po celou dobu podávána jednotná dávka. Navážku krmení zajišťuje samochodný frézovací vůz značky Faresin.



Obrázek 3.1: Budovy mléčné farmy v Pernarci

4 Výsledky a diskuse

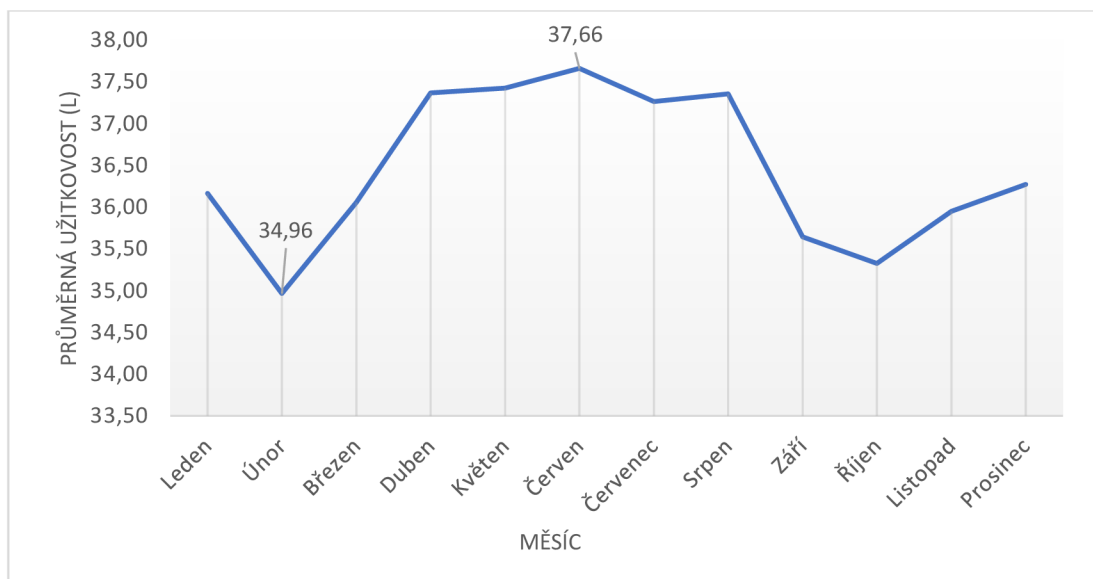
Získaná data jsou níže zpracována do tabulek a grafů. Ke zpracování byl využit program Microsoft Office Excel 2016.

4.1 Mléčná užitkovost

Tabulka 4.1: Průměrná měsíční užitkovost a počet dojnic za rok 2019

Měsíc	Celková užitkovost (l)	Průměrný počet dojených krav (ks)	Průměrná užitkovost (l)
Leden	437 217	390	36,16
Únor	386 712	395	34,96
Březen	435 905	390	36,06
Duben	438 295	391	37,37
Květen	458 224	395	37,42
Červen	446 261	395	37,66
Červenec	450 495	390	37,26
Srpen	434 265	375	37,36
Září	419 145	392	35,64
Říjen	429 279	392	35,33
Listopad	422 737	392	35,95
Prosinec	443 017	394	36,27
Průměr	433 463	391	36,45

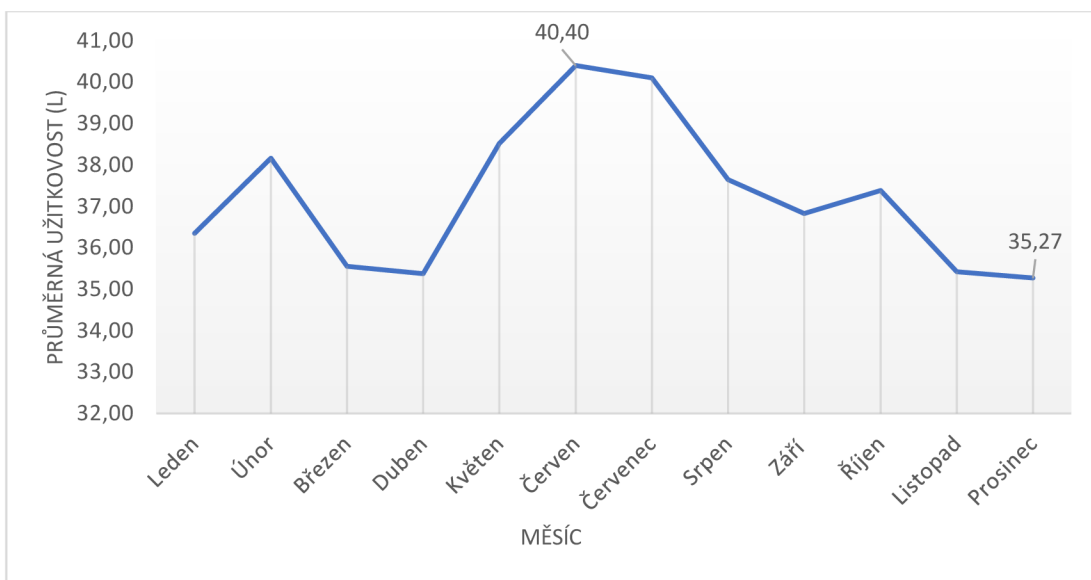
Graf 4.1: Průběh průměrné měsíční užitkovosti v roce 2019



Tabulka 4.2: Průměrná měsíční užitkovost a počet dojnic za rok 2020

Měsíc	Celková užitkovost (l)	Průměrný počet dojených krav (ks)	Průměrná užitkovost (l)
Leden	442 847	393	36,35
Únor	416 680	390	38,16
Březen	435 288	395	35,55
Duben	414 965	391	35,38
Květen	471 640	395	38,52
Červen	472 633	390	40,40
Červenec	487 268	392	40,10
Srpen	457 466	392	37,65
Září	430 856	390	36,83
Říjen	440 388	380	37,38
Listopad	418 694	394	35,42
Prosinec	431 877	395	35,27
Průměr	443 384	391	37,25

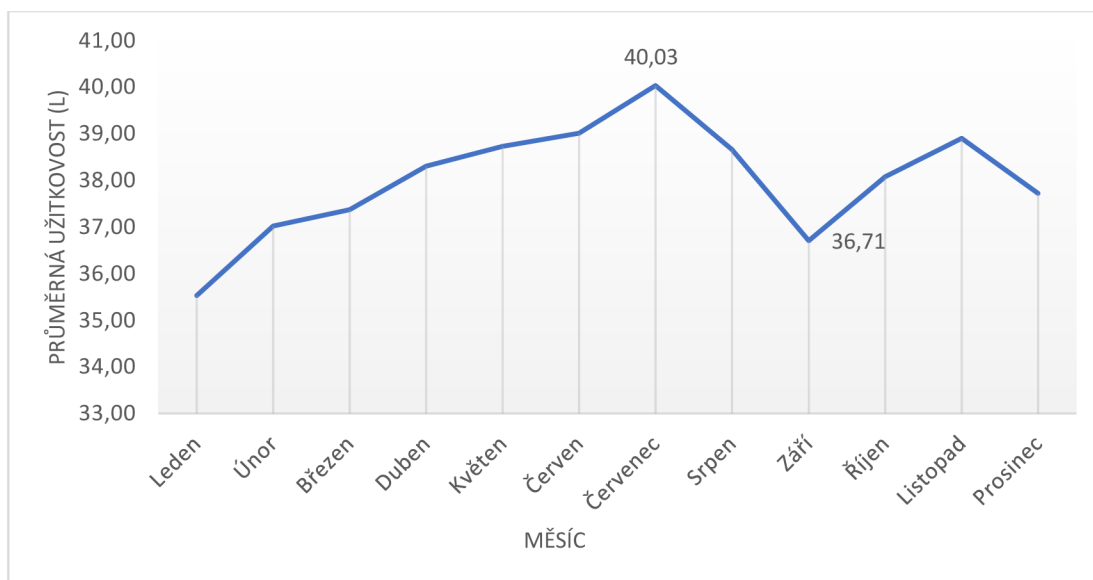
Graf 4.2: Průběh průměrné měsíční užitkovosti v roce 2020



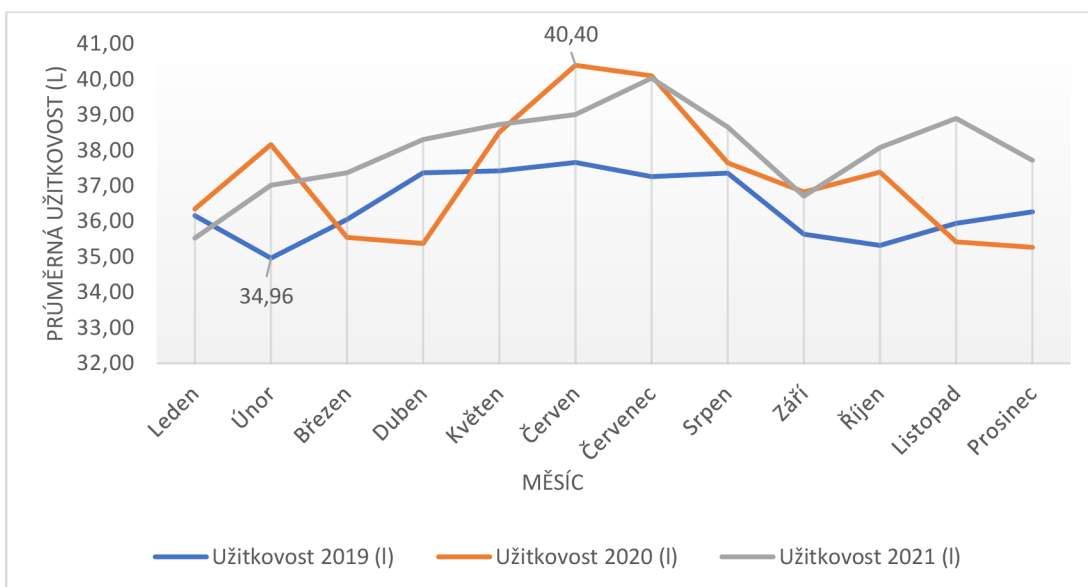
Tabulka 4.3: Průměrná měsíční užitkovost a počet dojnic za rok 2021

Měsíc	Celková užitkovost (l)	Průměrný počet dojených krav (ks)	Průměrná užitkovost (l)
Leden	435 044	395	35,53
Únor	404 247	390	37,02
Březen	452 946	391	37,37
Duben	451 590	393	38,30
Květen	473 058	394	38,73
Červen	458 759	392	39,01
Červenec	477 801	385	40,03
Srpen	467 390	390	38,66
Září	433 878	394	36,71
Říjen	461 582	391	38,08
Listopad	455 162	390	38,90
Prosinec	456 064	390	37,72
Průměr	452 293	391	38,01

Graf 4.3: Průběh průměrné měsíční užitkovosti v roce 2021



Graf 4.4: Průměrná měsíční užitkovost od roku 2019 do roku 2021



Nejvyšší průměrné roční užitkovosti bylo dosaženo v roce 2021, a to 38,01 litru na dojnici. V témže roce byla nejvyšší také celková měsíční užitkovost celého stáda, která byla v průměru 452 293 litrů. Nejslabším rokem za sledované období byl naopak rok 2019, kde průměrná měsíční užitkovost na dojnici činila 36,45 litru a celková průměrná měsíční užitkovost byla taktéž nejmenší, konkrétně 433 463 litrů. Stav dojnic se v průběhu roku příliš neměnil a v průměru na všechny tři roky činil 391 dojených krav. Vývoj průměrné měsíční užitkovost ve sledovaném období zobrazuje graf č. 4.4.

Z grafu je dále patrné, že nástupem teplejších měsíců začala průměrná užitkovost ve všech sledovaných období pomalu klesat a ke konci roku měla buď stále klesající tendenci nebo začala pozvolna stoupat. Tomuto jevu připisují vinu zejména ve změně ročního období a zvýšení teploty. Toto tvrzení potvrzují i studie Sha et al. (2020) a Todorović et al. (2011).

Výskyt tepelného stresu na mléčné farmě v Pernarci dokazuje i Vachoušková (2021). Z práce vyplívá, že dojnice v období od června do září roku 2019 byly vystaveny více než polovinu času tepelnému stresu, díky kterému může docházet ke snížení užitkovosti.

Tepelný stres na dojnice působí několika způsoby, které v konečném důsledku znamenají snížení mléčné produkce a možné zdravotní a dietetické problémy. Mezi nejsnadněji viditelné příznaky, že se dojnice nachází v tepelném stresu patří například:

- Vyhledávání stínu,
- Neochota si lehnout do postýlky,
- Nadměrné slinění, pocení,
- Shlukování kolem vodního zdroje,
- Nadměrný příjem vody,
- Snížení produkce a kvality mléka,
- Snížení příjmu sušiny a celkově krmiva.

Nadměrný příjem vody při tepelném stresu vede k zaplnění trávicího traktu a následné nemožnosti přijímat krmivo. Příjem krmiva začíná klesat při teplotě 24 °C a více a v závislosti na závažnosti tepelného stresu může být snížen až o 12 %. Vlivem tepelného stresu může docházet k závažným zdravotním problémům, poklesům mléčné užitkovosti a problémům s reprodukcí (Pejman et al., 2012).

Tepelný stres se u dojnic projevuje při teplotě 24 – 25 °C, u vysokoprodukčních dojnic se může projevit již při teplotě 20 °C (Strapák et al., 2013). V důsledku tepelného stresu se může snížit příjem sušiny zvířaty až o 30 % a dojivost může poklesnout o 28 % (Wheelock et al., 2010).

Účinky vysokých okolních teplot na užitková zvířata byly dříve omezeny na tropické oblasti. Se stále rostoucím globálním oteplováním jsou problémy s vysokými teplotami a následným tepelným stresem i v Evropě a dalších částech světa. S neustálou intenzifikací výroby mléka se tepelný stres stal jednou z nejdůležitějších výzev, kterým dnes mléčné farmy čelí (Polsky et al., 2017). Tepelný stres je již řazen mezi hlavní problémy, který ovlivňuje produkční potenciál mléčného skotu téměř po celém světě. To platí zejména pro vysokoužitkové krávy, které jsou oproti krávám s nízkou užitkovostí tepelnému stresu náchylnější. Nedochází jen ke snížení mléčné užitkovosti, ale ovlivněny jsou také různé složky mléka, jako je obsah tuku, bílkovin, kaseinu nebo laktózy. Vlivem tepelného stresu může také docházet ke zvyšování obsahu somatických buněk v mléce, což znamená sníženou kvalitu produkovaného mléka (Pragna et al., 2017).

4.2 Rozbory kukuřičných siláží

Tabulka 4.4: Rozbory kukuřičných siláží

Parametr (%)	2018	2019	2020	2021	Průměrné hodnoty
Sušina	29,58	32,20	33,00	36,10	32,72
NL	2,35	2,89	2,61	3,80	2,91
Stravitelné NL	1,20	1,36	1,65	1,79	1,50
Vláknina	5,84	6,40	6,90	6,94	6,52
BNLV	19,41	20,72	21,85	22,98	21,24
Vápník	0,06	0,07	0,06	0,06	0,06
Fosfor	0,05	0,06	0,06	0,07	0,06
Sodík	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Draslík	0,26	0,32	0,31	0,32	0,30
Hořčík	0,04	0,05	0,04	0,03	0,04
ADF	6,06	6,70	7,49	8,09	7,09
NDF	10,56	13,13	14,00	13,80	12,87
Škrob	10,36	6,30	10,50	11,67	9,71
NO ₃	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Kys. mléčná	3,59	1,51	1,64	0,54	1,82
Kys. octová	0,98	0,41	0,57	0,57	0,63
Kys. máselná	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01
Kys. propionová	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Kys. valerová	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
pH*	3,79	3,70	3,65	3,60	3,69

*= hodnota není uvedena v %

Tabulka 4.5: Hodnocení kukuřičných siláží dle Normy 2004

Parametr	2018	2019	2020	2021
Smyslové posouzení	11	12	12	12
Kyselina máselná	5	5	5	5
Stupeň proteolýzy	9	13	12	13
Fermentace	27	30	28	30
Sušina	18	20	20	17
Vláknina	30	30	30	30
NL	20	20	20	20
Celkem bodů	95	100	98	97

Rozbory kukuřičných siláží jsou uvedeny v tabulce č. 4.4 výše. Sušina kukuřičné siláže by se měla pohybovat v rozmezí 30 až 35 %. V tomto rozmezí se nacházejí siláže z let 2019 a 2020. Sušina z roku 2018 vykazovala hodnotu lehce pod optimem, tedy 29,58 %. Naopak sušina v roce 2021 byla 36,10 % a optimální hodnotu tedy přesáhla. Zvýšené procento sušiny způsobilo studené jarní počasí, došlo k opoždění průběhu růstu, jež se negativně projevilo na všech fázích vývoje. Sušina rostliny byla nízká a zrno nevykazovalo dostatečnou zralost. V důsledku toho došlo k opoždění sklizně, snížil se zdravotní stav kukuřic, který může znamenat zvýšené množství mykotoxinů v silážích. V průběhu vegetační doby kukuřice v roce 2021 spadlo velké množství vody. Tento fakt se projevil obrovským nárůstem rostlinné hmoty. V průběhu sklizně z tohoto důvodu bylo zanecháváno až 70 cm strniště. Vyšším strništěm bylo dosaženo zvýšení koncentrace energie, jelikož dojde ke změně poměru palic vůči ostatním částem rostliny. Kukuřičné siláže vyrobené v roce 2021 vlivem vyšší lignifikace stonku mohou vykazovat nižší stravitelnost a může dojít ke snížení mléčné užitkovosti v roce 2022.

Kukuřičná siláž patří mezi lehce stravitelná glycidová krmiva, kde hlavním zdrojem energie pro zvířata je škrob, dále vláknina a cukry. Obsah škrobu byl v průměru 9,71 %, kdy nejnižší hodnoty dosáhl v roce 2019, tj. 6,30 % a nejvyšší hodnoty dosáhl v roce 2021, tedy 11,67 %. Nízký obsah škrobu v roce 2019 je příkládán k nedostatku srážek, kdy kukuřičné palice neuzrály. Snížený obsah škrobu se promítne jako nedostatek energie v TMR. Tento deficit bude nutné doplnit

koncentrovanými krmivy, buď vlastními nebo nakoupenými, každopádně dojde ke zdražení TMR. Koncentrovaná krmiva jsou využívána zejména z důvodu neustále se zvyšujících požadavků na užitkovost dojnic. Ovšem v nadměrném množství mohou znamenat zhoršení zdravotního stavu, reprodukce a celkové ekonomiky výroby mléka. Z tohoto důvodu je nutné, aby byla kukuřičná siláž a celkově objemná krmiva vyráběna v co největší kvalitě. Ostatní kvalitativní ukazatele se v průběhu let významně neměnily.

Složení a cena krmné dávky je uvedena v tabulce č. 4.6. Z té jasně vyplívá, že nejnákladnější položkou je produkční směs, která se primárně skládá z již zmíněných koncentrovaných krmiv. Cenu těchto krmiv a tím pádem výslednou cenu produkční směsi sám zemědělec příliš ovlivnit nemůže a je převážně dána trhem. Druhou nejnákladnější položkou je kukuřičná siláž, u které už cenu sám zemědělec může několika nástroji ovlivnit. Jedná se o např.:

- Vhodná volba hybridu,
- Kvalitní a včasné založení porostu,
- Výživa a hnojení,
- Správná volba pozemku,
- Správná délka řezanky,
- Správný začátek sklizně,
- Vhodná volba konzervačního přípravku,
- Perfektně zvládnutý management silážování.

I přes to, že bude celý proces výroby kukuřičné siláže tj., od zasetí až po zkrmení výsledného krmiva perfektně zvládnutý, nemusí tomu živinová kvalita siláže odpovídat. V téže kapitole výše je uvedeno, že hlavním nepřítelem siláží je vzduch, za druhého přítele/nepřítele bych označil nevyzpytatelné počasí, které přímo ovlivňuje živinovou kvalitu siláží. Faktem je, že by výroba kukuřičné siláže a objemných krmiv obecně měla být perfektně zvládnutá, protože zamezujeme možnému výskytu nežádoucích organismů, které ohrožují zdraví zvířat vlivem toho dochází k poklesům mléčné užitkovosti.

Hodnocení dle Normy 2004 je uvedeno v tabulce č. 4.5 výše. Všechny kukuřičné siláže vyrobené ve sledovaném období získaly body v rozmezí 95 – 100. To znamená, že jsou řazeny do první kategorie a ohodnoceny celkovou třídou jako

výborná. Tento fakt se projevil i na mléčné užitkovosti, která v průměru za sledované období byla 37,24 l na ustájenou vysokoprodukční dojnici.

4.3 Složení a cena krmné dávky

Tabulka 4.6: Složení a cena směsné krmné dávky (TMR)

Komponenta	Množství (kg/ks/den)	Množství (%)	Cena krmiva za 1 q	Cena krmné dávky kč/ks/den
Kukuřičná siláž	22	45,74	95	21,85
Senáž	11	22,87	95	9,5
Sláma	0,1	0,21	23	0,023
Seno	0,3	0,62	300	0,9
CCM	1,6	3,33	500	7,5
Melasa	0,6	1,25	429	2,57
Soja	1	2,08	1283	12,83
Bavlník	0,5	1,04	120	0,6
Produkční směs	11	22,87	497	54,67
Celkem	48,1	100,00	-----	110,443

Směsná krmná dávka, dále jen TMR (total mixed ration) se skládá z komponent uvedených v tabulce výše. Nejvyšší podíl, a to 45,74 % zaujímá kukuřičná siláž, dále senáž a produkční směs, které jsou zastoupeny ve 22,87 %. Dále se v TMR nachází seno, sláma, melasa, sója, bavlník a CCM (corn cob mix). CCM je silážované krmivo, konkrétně se jedná o drť kukuřičných palic s větvenými bez listenů. Z tabulky č. 4.6 dále vyplývá, že množství krmiva na jeden kus a den vychází 110,443 korun, přičemž každá dojnice dostane zhruba 48 kg TMR. Pokud budeme vycházet z toho, že ve sledovaném období byl průměrný počet dojených krav 391 kusů, jeden krmný den při ceně 110,443 Kč TMR podnik vyjde na 43 183,2 Kč.

Na každý den je připravována čerstvá TMR, která je do produkční stáje navážena v ranních hodinách. Jako první jsou nabírány sláma a seno, dále poté senáž, bavlník a další komponenty a jako poslední je nabírána kukuřičná siláž. Po naložení všech komponent ve správném množství je krmivo promícháno tak, aby vznikla jednotná homogenní směs a zvířata neměla tendenci separovat a vybírat chutnější části krmiva.

Jednotlivé složky a jejich množství v TMR se v průběhu roku mění. Objemná krmiva, jako je např. kukuřičná siláž jsou zastoupeny vždy a jejich množství se oproti

nakupovaným krmivům tolik nemění. Množství a jaké nakoupené krmivo bude v TMR použito se odvíjí od nákupní ceny, která se v průběhu celého roku z různých důvodů dokáže až nepochopitelně měnit. Splněno musí být vždy to, že TMR poskytne ve správné formě a dostatečném množství živiny, které zvíře požaduje.

V souvislosti s neustále rostoucími náklady (mzdy, pohonné hmoty, technika, energie aj.) potřebnými na výrobu mléka je velice důležité, aby jednotlivé komponenty TMR byly nabírány ve správném množství dle předepsané receptury.

Tabulka 4.7: Náklady na přípravu 1 fůry TMR

Komponenta	Hmotnost dle receptury (kg)	Naloženo (kg)	Chyba obsluhy (%)	Náklady dle receptury (Kč)	Náklady dle naložení (Kč)
Sláma	26,7	32	19,85	26,70	32,00
Seno	35,6	46	29,21	106,80	138,00
Sója	97,9	104	6,23	1 272,70	1 352,00
CCM	160,2	168	4,87	801,00	840,00
Produkční směs	979	986	0,72	4 895,00	4 930,00
Melasa	53,4	72	34,83	213,60	288,00
Senáž	890	904	1,57	845,50	858,80
Kukuřičná siláž	1958	1964	0,31	1 860,10	1 865,80
Celkem	4200,8	4276	1,79	10 021,40	10 304,60

Důkazem toho, že nesprávně nabrané množství jednotlivých komponent má přímý vliv na náklady a celkovou ekonomiku výroby mléka je tabulka č. 4.7. Jedná se o nakládku ze dne 1.6. 2021, která byla provedena na mléčné farmě v Pernarci.

Můžeme si všimnout, že pokud by množství bylo nabráno dle receptury, činily by náklady na jednu fůru TMR 10 021,40 Kč. Nabrané množství se ale od receptury lišilo. Největší rozdíl byl zaznamenán u slámy, sena a melasy, u které byl až necelých 35 %. Díky nedodržení receptury se náklady zvýšily o 283,2 Kč. Vzhledem k objemovému omezení krmného vozu musí být na produkční stáj navezeny 4 fůry TMR. V případě, že by při přípravování každé fůry došlo k podobné odchylce, náklady na krmný den pro produkční stáj se mohou zvýšit až o 1 200 korun českých. Při přepočtu na jeden rok se již pohybujeme u částky cca 438 000 Kč. Zde je důležité zdůraznit, že

je brána v potaz jen mléčná farma v Pernarci, pochybení i na mléčné farmě v Chrančovicích a při přípravě krmiva např. pro suchostojné krávy či telata se můžou náklady zvýšit až o milion korun ročně.

4.4 Složení a cena produkční směsi

Tabulka 4.8: Složení a cena produkční směsi

Komponenta	Množství (%)	Cena krmiva za kg (Kč)	Cena za kg směsi (Kč)
Pšenice	38,2	3	1,146
Ječmen	13,2	3	0,396
Řepkovy ex. šrot	34	5	1,7
Sladový květ	5	4,8	0,24
Urea milk+kvasnice	4,9	16,7	0,8183
Krmná sůl	0,3	2,75	0,00825
Krmný vápenec	0,5	3,8	0,019
Lithame	0,8	9,45	0,0756
MgO	0,2	8,37	0,01674
Minerální doplněk	2,9	18,8	0,5452
Celkem	100	-	4,96509

Krmné směsi, které jsou v podniku používány jsou připravovány v odděleném středisku Dolní Jamné. Středisko vzniklo sloučením několika provozů v okolních lokalitách. Jedná se o oblast kombinovaného zemědělství s pěstovanými plodinami, jako je mák, oves či len, z dobytka je chováno plemeno masný simentál.

Hotové krmné směsi jsou na farmy dopravovány vlastními nákladními vozy. K uskladnění jsou využívány vysokokapacitní sila, ze kterých jsou následně spotřebovávány. Složení a množství krmné směsi je shrnuto v tabulce č. 4.8. Komponenty jako jsou pšenice a ječmen jsou řazeny mezi vlastní krmiva, díky kterým lze částečně snížit náklady na jeden kilogram produkční směsi. Ostatní složky jsou krmiva, která se musí nakupovat a jejich nákupní cenu není možné, jakkoliv ovlivnit. Kilogram produkční směsi stojí 4,97 korun českých.

Produkční směsi jsou používány zejména z důvodu doplnění živin, které se v přirozených objemných krmivech nenacházejí v dostatečném množství. Jedině tak může být genetický potenciál zvířete využit naplno.

4.5 Souhrn ekonomiky výroby mléka

Tabulka 4.9: Ekonomická situace mléčné farmy v Pernarci

Ukazatel	2019	2020	2021
Mléko vyrobené (l)	5 201 552	5 320 602	5 427 521
Mléko prodané (l)	5 123 582	5 242 352	5 349 771
Mléko zkrmené (l)	77 970	78 250	77 750
Tržní cena mléka (Kč/l)	8,77	8,61	9,00
Tržby za mléko (Kč)	44 933 814	45 136 651	48 147 939
Celkové náklady (Kč)	41 749 929,00	48 578 280,00	49 093 760,00
Celkové výnosy (Kč)	47 084 689,14	47 684 636,72	50 513 818,00
Hospodářský výsledek (Kč)	5 334 760,14	-893 643,28	1 420 058,00

Ekonomickou situaci a hospodářské výsledky na mléčné farmě v Pernarci shrnuje tabulka č. 4.9. Kladného hospodářského výsledku, tedy zisku se podařilo dosáhnout v letech 2019 a 2021. V roce 2020 byl hospodářský výsledek záporný, a to zhruba - 893 643 korun českých. Tento jev označujeme jako ztrátu a došlo k němu hned z několika důvodů. Oproti roku 2019 se zvýšily ceny nakupovaných krmiv, vyplácené mzdy zaměstnancům a dále bylo vynaloženo více peněz na údržbu a opravu zemědělské techniky. V neposlední řadě svojí roli hrála i výkupní cena mléka, která byla nejnižší ze všech let.

Závěr

Ze získaných poznatků během zpracování této bakalářské práce lze závěrem vyvodit, že kvalita kukuřičné siláže má vliv na mléčnou užitkovost dojnic a tím pádem do jisté míry ovlivňuje i celkovou ekonomiku výroby mléka.

Proces výroby kukuřičné siláže by měl probíhat v optimální zralosti porostu a měly by být dodržovány všechny technologické postupy, které vedou k získání kvalitního krmiva. Sušina sklizené hmoty se pohybuje v rozmezí 30 až 35 %, dále sledujeme délku řezanky a stupeň narušení kukuřičného zrna. Délka řezanky se odvíjí od obsahu sušiny, vyšší procento sušiny znamená kratší řezanku a naopak. Delší částice (delší řezanka) v trávicím traktu mají své opodstatněné zastoupení. Podporují motoriku bachoru, peristaltiku střev a umožňují zvířeti vyvrhnutí (rejekci) obsahu předžaludků do ústní dutiny, kde je obsah několikrát přežvýkán a znovu polknut. Zrno je nutné narušit z důvodu stravitelnosti, nenarušené zrno projde trávicím traktem nestrávené a způsobuje zdravotní a dietetické problémy.

Přejíždění silážované hmoty za nepříznivého počasí je z důvodu nanášení nežádoucích mikroorganismů neakceptovatelné. Dochází ke znehodnocování krmiva a při zkrmování znamená zhoršený zdravotní stav a pokles užitkovosti. Po dostatečném udusání je silážní žlab přikryt fólií, která je nejčastěji zatěžkávána pneumatikami. Můžeme se setkat i s pytli s pískem, které lépe kopírují povrch silážní jámy. Přikrytí a zatěžkáání silážní jámy je jedna z nejdůležitějších věcí, protože hlavním nepřítelem siláže je vzduch. Pro zlepšení průběhu fermentace a udržení aerobní stability můžeme využít konzervační přípravky.

Kukuřičné siláže vyráběné pro mléčnou farmu v Pernarci ve mnou sledovaném období dosahovaly perfektní kvality a byly zdravotně nezávadné. Z hlediska kvality živin, konkrétně obsahu škrobu byl nejslabší rok 2019. V tomto roce nebyly pro růst kukuřice dostatečné vláhové podmínky a zrno nestihlo dozrát. Chybějící živiny musely být doplněny nakoupeným krmivem, což znamená zdražení směsné krmné dávky.

Náklady na směsnou krmnou dávku a celkovou ekonomiku výroby mléka jsou dále zásadně ovlivněny přístupem a precizností obsluhy krmného vozu. Seběmenší pochybení a nedodržení předepsané receptury může znamenat prodražení směsné krmné dávky až o 438 000 Kč ročně, jen v případě mléčné farmy v Pernarci. Pokud budeme brát v potaz farmu v Chrančovicích a přípravu krmiva pro suchostojné krávy a teletník, pohybuje se již u částky jednoho milionu korun.

Na mléčnou užitkovost nemá vliv pouze kvalita kukuřičných siláží, ale také teplota, pohoda ve stáji (welfare), přístup ošetřovatelů, systém dojení a další.

Kukuřičná siláž a celkově objemná krmiva by měla být vyráběna zdravotně nezávadná a v co největší kvalitě. Objemná krmiva totiž tvoří druhou nejnákladnější položku v TMR, jejichž výrobu a kvalitu může sám zemědělec přímo ovlivnit, vyjma počasí. Do jisté míry mohou tedy sloužit jako nástroj pro snižování ceny směsné krmné dávky.

Úroveň mléčné farmy v Pernarci je na vysoké úrovni. Toto tvrzení potvrzuje, že se již po několikáté stala držitelem ocenění mléčná farma roku, za kvalitu chovu dojnic plemene Holštýn. Průměrná roční mléčná užitkovost ve sledovaném období byla 37,24 l.

Při výrobě kukuřičné siláže je důležité si uvědomit to, že vyrobená siláž v relativně krátkém časovém úseku, ovlivní mléčnou užitkovost a zdravotní stav zvířat po celý následující rok.

Seznam použité literatury

- Allen, M. S. et al. (2021). Effects of corn grain endosperm type and fineness of grind on feed intake, feeding behavior, and productive performance of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 104(7):7630-7640.
- Alonso, V. A. et al. (2013). Fungi and mycotoxins in silage: an review. *Journal of Applied Microbiology*, 115(3):637-643.
- Bolsen, K. K. et al. (1993). Rate and extent of top spoilage losses in horizontal silos. *Journal of Dairy Science*, 76(10):2940-2962.
- Cooke, K. M. a Bernard, J. K. (2005). Effect of length of cut and kernel processing on use of corn silage by lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 88(1):310-316.
- Daniel, J. L. P. et al. (2018). Effects of homolactic bacterial inoculant on the performance of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 101(6):5145-5152.
- Doležal, O. a Staněk, S. (2015). *Chov dojeného skotu: technologie, technika, management*. Profi Press s.r.o., Praha. ISBN 978-80-86726-70-0.
- Doležal, P. et al. (2021). Pro zootechniky: Technologie Shreladge očima krmiváře. *Krmivářství*, 3:45-47.
- Doležal, P. et al. (2010). *Konzervace, skladování a úpravy objemných krmiv*. 2. přepracované vydání. Mendelova univerzita, Brno. ISBN 978-80-7375-441-9.
- Doležal, P. et al. (2012). *Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat*. Petr Baštan, Olomouc. ISBN 9788087091333.
- Doležal, P. et al. (2005). *Výživa skotu z hledisek produkční a preventivní medicíny*. Klinika chorob přežvýkavců FVL VFU Brno, Brno. ISBN 80-86542-08-4.
- Driehuis, F. (2013). Silage and the safety and quality of dairy foods: a review. *Agricultural and Food Science*, 22(1):16-34.
- Dunière, L. et al. (2013). Silage processing and strategies to prevent persistence of undesirable microorganisms. *Animal Feed Science and Technology*, 182(1-4):1-15.
- Fikejs, M. (2021). Výroba, úprava a podávání krmiv: Jak pomůže HarvestLab vaší farmě? *Krmivářství*, 6:15.
- Fuguay, W. M. et al. (2002). *Encyclopedia of dairy sciences*. 2. Academic Press, San Diego. ISBN 978-0123744029.
- Gálik, R. et al. (2015). *Technika pre chov zvierat*. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Nitra. ISBN 552-1407-8.
-

-
- Hulsen, J. a Aerden, D. (2014). *Signály krmení: Praktická příručka ke krmení dojníc pro jejich zdraví a užitkovost*. Profi Press s.r.o., Praha. ISBN 978-80-86726-62-5.
- Jambor, V. a Vosynková, B. (2020). Pro krmivářskou praxi: Konzervace biomasy pro výrobu mléka a masa. *Krmivářství*, 4:33-34.
- Jambor, V. (2000). The effect of technological factors of corn harvest on fermentation parameters, nutritive value and intake of corn silage. *Czech Journal of Animal Science*, 45(1):19-23.
- Jelínek, P. a Koudela, K. (2003). *Fyziologie hospodářských zvířat*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno. ISBN 80-7157-644-1.
- Ježková, A. (2020). Mykotoxiny a ochrana krmiv proti cizorodým látkám: Mykotoxiny v krmivech a strategie prevence. *Krmivářství*, 3:12-13.
- Johnson, L. M. et al. (2002). Corn silage management I: Effects of hybrid, maturity, and mechanical processing on chemical and physical characteristics. *Journal of Dairy Science*, 85(4):833-853.
- Johnson, L. et al. (1999). Nutritive value of corn silage as affected by maturity and mechanical processing: A contemporary review. *Journal of Dairy Science*, 82(12):2813-2825.
- Jozala, A. (2017). *Fermentation Processes*. IntechOpen, Croatia. ISBN 978-953-51-2927-1.
- Kaiser, A. et al. (2003). *TOPFODDER: Successful Silage*. Dairy Australia and New South Wales Department of Primary Industries, Orange. ISBN 0 7347 1583 5.
- Khan, N. A. et al. (2015). Nutritive value of maize silage in relation to dairy cow performance and milk quality. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 95(2):238-252.
- Kim, D. et al. (2021). Role of LAB in silage fermentation: Effect of nutritional quality and organic acid production-An overview. *Aims Agriculture and Food*, 6(1):216-234.
- Kopřiva, A. et al. (1992). *KONZERVACE, SKLADOVÁNÍ A ÚPRAVY KRMIV*. Vysoká škola zemědělská, Brno. ISBN 80-7157-029-X.
- Kudrna, V. et al. (1998). *Produkce krmiv a výživa skotu*. Agrospoj, Praha. ISBN 80-239-4241-7.
- Kudrna, V. (2009). *Metodika: Zásady přípravy a zkrmování kompletních směsných krmných dávek (SKD)*. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha Uhřetěves. ISBN 978-80-7403-028-4.
-

-
- Kudrna, V. et al. (2010). *Vliv strukturních sacharidů na bachorovou fermentaci, zdraví zvířat a kvalitu mléka*. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha Uhřetěves. ISBN 978-80-7403-066-6.
- Kung, L. a Shaver, R. (2001). Interpretation and use of silage fermentation analysis reports. *Focus on forage*, 3(13):1-5.
- Lindgren, S. a Östling, C. (1995). Influences of enterobacteria on fermentation and aerobic stability of grass silages. *Grass and Forage Science*, 5(1):41-47.
- Lopes, J. C. et al. (2009). Type of corn endosperm influences nutrient digestibility in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 92(9):4541-4548.
- Loučka, R. et al. (2017). *Certifikovaná metodika: Metody stanovení a hodnocení efektivní vlákniny krmiv pro přežvýkavce*. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha Uhřetěves. ISBN 978-80-7403-173-1.
- Loučka, R. et al. (2021). *Certifikovaná metodika: Silážní přísady a přípravky*. Výzkumný ústav živočišné výroby, Praha Uhřetěves. ISBN 978-80-7403-248-6.
- Loučka, R. et al. (2021). Vliv roku na výnos a kvalitu vybraných hybridů kukuřice. *Náš chov*. 3:50-54.
- Loučka, R. et al. (2015). *Certifikovaná metodika: Kritéria pro výběr hybridů kukuřice na siláž*. Zemědělský výzkum spol. s r.o., Troubskou; Výzkumný ústav živočišné výroby v.v.i., Praha Uhřetěves; NutriVet s.r.o., Pohořelice; Svaz chovatelů českého strakatého skotu z.s., Troubsko. ISBN 978-80-88000-05-1.
- Loučka, R. a Tyrolová, Y. (2013). *Certifikovaná metodika: Správná praxe při silážování*. Výzkumný ústav živočišné výroby, Praha Uhřetěves. ISBN 978-80-7403-119-9.
- Loučka, R. et al. (2019). *Jak omezit ztráty u siláží*. Agrární komora České republiky, Praha. ISBN 978-80-88351-06-1.
- Loučka, R. et al. (2020). *Jak zajistit vhodnou fermentaci v silážích a v bachoru dojníc*. Agrární komora České republiky, Praha. ISBN 978-80-88351-14-6.
- Mannetje, L. (2009). *Silage for Animal feed in BIOTECHNOLOGY*. Eolss Publishers Co. Ltd., Oxford. ISBN 978-1-84826-262-1.
- Mitrik, T. et al. (2018). *Silážovanie – Ilustrovaná príručka silážovanie pre každého*. 3. nové vydání. FEED LAB s. r. o., Slovensko. ISBN 987-80-969658-2-3.
- Moran, J. (2005). *Tropical Dairy Farming: Feeding Management for Small Holder Dairy Farmers in the Humid Tropics*. CSIRO Publishing, Melbourne. ISBN 9780643091238.
-

-
- Muck, R. E. et al. (2018). Silage review: Recent advances and future uses of silage additives. *Journal of Dairy Science*, 101(5):3980-4000.
- Muck, E. (2010). Silage microbiology and its control through additives. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(1):183-191.
- Neylon, J. M. a Kung, Jr. L. (2003). Effects of cutting height and maturity on the nutritive value of corn silage for lactating cows. *Journal of Dairy Science*, 86(6):2163-2169.
- Oba, M. a Allen, M.S. (1999). Evaluation of the Importance of the Digestibility of Neutral Detergent Fiber from Forage: Effects on Dry Matter Intake and Milk Yield of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 82(3):589-596.
- Pejman, A. et al. (2012). Heat Stress in Dairy Cows (A Review). *Research in Zoology*, 2(4):31-37.
- Polsky, L. et al. (2017). Invited review: Effects of heat stress on dairy cattle welfare. *Journal of Dairy Science*, 100(11):8645-8657.
- Pozdíšek, J. et al. (2008). *Metodika: Metodická příručka pro chovatele k výrobě konzervovaných krmiv (siláží) z víceletých pícnin a trvalých travních porostů*. Výzkumný ústav pro chov skotu, s.r.o., Rapotín. ISBN 978-80-87144-06-0.
- Pöschl, M. et al. (2010). Evaluation of energy efficiency of various biogas production and utilization pathways. *Applied Energy*, 87(11):3305-3321.
- Pragna, P. et al. (2017). Heat stress and dairy cow: impact on both milk yield and composition. *National Institute of Animal Nutrition and Physiology*, 12:1-11.
- Queiroz, O. C. M. et al. (2013). Effects of 8 chemical and bacterial additives on the quality of corn silage. *Journal of Dairy Science*, 96(9):5836-5843.
- Queiroz, O. C. M. et al. (2018). Silage review: Foodborne pathogens in silage and their mitigation by silage additives. *Journal of Dairy Science*, 101(5):5132-4142.
- Reece, O. W. (2010). *Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat, 2 rozšířené vydání*. Grada, Praha. ISBN 978-80-247-3282-4.
- Sha, T. et al. (2020). Impact of heat stress on lactational performance of dairy cows. *Theriogenology*, 150:437-444.
- Skládanka, J. et al. (2014). *Chov strakatého skotu*. Mendelova univerzita, Brno. ISBN 978-80-7509-258-8.
- Sláma, P. et al. (2015). *Morfologie a fyziologie hospodářských zvířat*. Mendelova Univerzita, Brno. ISBN 978-80-7509-317-2.
-

-
- Strapák, P. et al. (2013). *Chov hovädzieho dobytka*. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Nitra. ISBN 978-80-5520-994-4.
- Sucu, E. a Filya, I. (2010). The effects of lactic acid bacteria on the fermentation, aerobic stability and nutritive value of maize silage. *Grass and Forage Science*, 65(4):446-455.
- Todorović, J. M. et al. (2011). Effect of heat stress on milk production in dairy cows. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 27(3):1017-1023.
- Třináctý, J. et al. (2013). *Hodnocení krmiv pro dojnice*. AgroDigest, Pohořelice. ISBN 978-80-260-2514-6.
- Vachoušková, J. (2021) *Předpoklady realizace reprodukční schopnosti skotu z hlediska podmínek chovu*. Diplomová práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta.
- Veluchamy, C. et al. (2019). Process performance and biogas production optimizing of mesophilic plug flow anaerobic digestion of corn silage. *Fuel*, 253(1):1097-1103.
- Wambacq, E. et al. (2016). Occurrence, prevention and remediation of toxigenic fungi and mycotoxins in silage: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(7):2284-2302.
- Weiland, P. (2009). Biogas production: current state and perspectives. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 85(1):849-860.
- Wheelock, J. B. et al. (2010). Effects of heat stress on energetic metabolism in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 93(2):644-655.
- Wilkinson, J. M. (2005). *Silage*. Chalcombe Publications, Great Britain. ISBN 0 948617 50 0.
- Weissbach, F. (1996). New developments in crop conservation. In: *XI International Silage Conference*. IGER, Aberystwyth, 11-25.
- Yitbarek, M. B. a Tamir, B. (2014). Silage Additives: Review. *Open Journal of Applied Sciences*, 4(5):17.
- Zimolka, J. et al. (2008). *Kukuřice hlavní a alternativní užitkové směry*. Profi Press s. r. o., Praha. ISBN 978-80-86726-31-1.
-

Internetové zdroje

- [1] Ishler, V. et. al. (2017). *From Harvest to Feed: Understanding Silage Management*. PennState Extension: College of Agricultural Sciences, The Pennsylvania State University. [online] [cit. 5. 12. 2021]. Dostupné z: <https://extension.psu.edu/from-harvest-to-feed-understanding-silage-management>
- [2] Rada, V. (2009). *Siláž a zdraví zvířat*. Výzkumný ústav živočišné výroby, Praha-Uhřetěves, [online] [cit. 8. 1. 2022]. Dostupné z: <https://vuzv.cz/wpcontent/uploads/2018/03/Sil%C3%A1%C5%BE-Rada-2009.pdf>
- [3] Skládanka, J. a Vrzalová J. (2006). *Kukuřice setá (Zea mays L.), Multimediální učební texty pícninářství*. Ústav výživy zvířat a pícninářství MZLU v Brně, Oddělení pícninářství. [online] [cit. 13. 11. 2021]. Dostupné z: https://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/picniny/sklady.php?odkaz=kukurice.html
- [4] Zapletal, D. a Macháček, M. (2015). *Chov hospodářských zvířat, Multimediální učební pomůcka pro předmět Chov hospodářských zvířat a veterinární prevence*. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie. [online] [cit. 20. 2. 2022]. Dostupné z: https://fvhe.vfu.cz/files/MMUP_Chov_hospodarskych_zvirat_a_veterinarni_prevence.pdf.
-

Seznam obrázků

Obrázek 1.1: Zobecněný tvar laktační křivky (^{l4})	36
Obrázek 3.1: Budovy mléčné farmy v Pernarci	44

Seznam tabulek

Tabulka 1.1: Složení mleziva a mléka krávy (Jelínek a Koudela et al., (2003))	37
Tabulka 4.1: Průměrná měsíční užitkovost a počet dojnic za rok 2019.....	45
Tabulka 4.2: Průměrná měsíční užitkovost a počet dojnic za rok 2020.....	46
Tabulka 4.3: Průměrná měsíční užitkovost a počet dojnic za rok 2021.....	47
Tabulka 4.4: Rozbory kukuřičných siláží	50
Tabulka 4.5: Hodnocení kukuřičných siláží dle Normy 2004	51
Tabulka 4.6: Složení a cena směsné krmné dávky (TMR)	53
Tabulka 4.7: Náklady na přípravu 1 fůry TMR	54
Tabulka 4.8: Složení a cena produkční směsi	55
Tabulka 4.9: Ekonomická situace mléčné farmy v Pernarci.....	56

Seznam grafů

Graf 4.1: Průběh průměrné měsíční užitkovosti v roce 2019.....	45
Graf 4.2: Průběh průměrné měsíční užitkovosti v roce 2020.....	46
Graf 4.3: Průběh průměrné měsíční užitkovosti v roce 2021.....	47
Graf 4.4: Průměrná měsíční užitkovost od roku 2019 do roku 2021	48

Seznam použitých zkratk

ADF – acidodetergentní vláknina (acid detergent fibre)

BC – pufrční kapacity (buffer capacity)

BMM (BM) – bod mrznutí

BMK – bakterie mléčného kvašení

BTMP – bez tržní produkce mléka

CCM – Corn Cob Mix

CPM – celkový počet mikroorganismů

DM – sušina (dry matter)

eNDF – efektní neutrálně detergentní vláknina

FC – koeficient fermentace (fermentation coefficient)

FCM – fat corrected milk

LAB – lactic acid bacteria

LKS – Lieschen Kolben Schrot

LTH – luteotropní hormon

MJ – megajoule

NDF – neutrálně detergentní vláknina (neutral detergent fibre)

pH – potential of hydrogen

SB – somatické buňky

SNDF – stravitelná neutrálně detergentní vláknina

STH – thyreotropin hormon

TLC – teoretická délka řezanky (theoretical length of cut)

TMR – směsná krmná dávka (Total Mixed Ration)

TPM – tržní produkce mléka

WSC – cukry rozpustné ve vodě (water soluble carbohydrate)

L/l – litr

Kč – korun českých
