



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 techniky a kybernetiky

Diplomová práce

Vliv technologie sklizně pícnin na kvalitu senáže

Autor práce: Bc. Matěj Vincík

Vedoucí práce: Ing. Antonín Dolan Ph. D.

České Budějovice
2024

Prohlášení

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

V Českých Budějovicích dne

.....
Podpis

Abstrakt

Technologie obsažené v této práci jsou nejčastěji používané technologie pro sklizeň píce. Jednotlivé technologie mají zcela odlišný základ zpracování píce, a proto jsou vidět rozdíly v nákladech a v kvalitě. Porovnávané technologie byly hodnoceny z hlediska nákladů na zpracování a uskladnění píce, kvality krmiva a kvality řezání píce. Z výsledků této práce vyplývá, že nejdražší porovnávanou technologií byla sklizeň lisem do válcových balíků. Nejvyšší kvalitou byla podle výsledků sklizeň píce pomocí řezačky.

Klíčová slova: Sklizeň pícnin, technologické linky, senáž

Abstract

The technologies contained in this work are the most commonly used technologies for harvesting forage crops. The different technologies have a completely different basis of forage processing and therefore differences in cost and quality are visible. The technologies compared were evaluated in terms of the cost of processing and storage of forage, the quality of feed and the quality of cutting of forage. The results of this work show that the most expensive compared technology was harvesting the press into round bales. The highest quality forage harvesting technology was the result of forage harvesting with a chopper.

Keywords: Forage harvest, technological methods, haylage,

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat panu Ing. Dolanovi, Ph. D. za veškeré rady a připomínky při vypracovávání diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat panu Vincíkovi a panu Ing. Alešovi za přístup ke všem podnikovým informacím, které byly nezbytné pro vytvoření praktické části.

Obsah

Úvod.....	6
1. Literární přehled.....	7
1.1 Technologie sklizně pícnin.....	7
1.1.1 Sečení píce	7
1.1.2 Manipulace s posečenou pící	10
1.2 Konzervování píce.....	18
1.2.1 Senážování a silážování	18
1.2.2 Sušení	18
1.3 Skladování konzervované píce	19
1.3.1 Silážní vaky	19
1.3.2 Silážní žlaby	20
1.3.3 Skladování píce v balících.....	22
1.4 Kvalita senáže.....	23
2. Cíl práce	25
3. Metodika	26
4. Výsledky měření	32
4.1 Náklady	32
4.2 Kvalita řezání píce.....	35
4.3 Kvalita krmiva	41
5. Diskuze.....	48
Závěr	55
Seznam použité literatury.....	56

Úvod

Tato diplomová práce je zaměřena na technologie sklizně pícnin a jejich vliv na kvalitu senáže. Senáž je v zemědělství se zaměřením na živočišnou výrobu stále nejpoužívanější objemové krmivo. Jedná se o způsob konzervace pícnin používané v zemědělství pro krmení hospodářských zvířat. Senáž můžeme vytvořit z rostlin, jakými jsou vojtěška a jetel, ale také z trvalých travních porostů. Známe různé způsoby sklizně pícnin pro tvorbu senáže. V této práci jsou popsány 3 způsoby, jako je sklizeň pomocí samosběrných senážních vozů, lisování do balíků a sklizeň samojízdou sklízecí rezačkou. Výsledné krmivo z těchto tří způsobů sklizně pícnin může mít různou kvalitu. Je to dané například délkou řezanky, způsobem skladování, přidáním aditiv a termínem sklizně pícnin.

Kvalitu krmiva je třeba neustále hlídat z důvodu zdraví hospodářských zvířat a následně z důvodu ekonomického. Nejdůležitější ekonomické důvody jsou doживost, přibírání na váze a nevyužití nekvalitního (degradovaného krmiva). Znehodnocené krmivo se může použít jen jako hnojivo nebo jako přídavná hmota do bioplynové stanice. Z tohoto důvodu je nutné odebírat vzorky z krmiva pro laboratorní testy, aby bylo možné zjistit kvalitu krmiva. Při horší kvalitě je možno urychleně přestat krmit nekvalitní krmivo nebo se poučit z chyb, které předcházely horšímu výsledku testů. Je možné v následující sklizni změnit termín sklizně, technologii sklizně, přidání různých aditiv, zpomalit linku a kvalitně dusat pícnin v silážním žlabu nebo jiné další zkvalitnění sklizně.

1. Literární přehled

1.1 Technologie sklizně píce

Technologie pro sklizeň píce jsou velice známé. Nejprve se musí provést sečení píce, kdy se v určité výšce usekne stéblo pomocí určeného stroje a nechá se ležet na strništi. Podle potřeby sušiny následuje operace obracení píce. Obracení se provádí z důvodu dosažení potřebného procenta sušiny v pici a provádí se pomocí obraceče. Po obracení je píce rozprostřená po ploše, a tudíž ji pro sklizeň musíme shrnout na řádky pomocí shrnovače.

Po shrnování píce přichází na řadu samotná sklizeň, kdy se podle vybrané technologie sklídí shrnutá píce na řádcích. Jedná se o technologie sklizně pomocí senážního vozu, který pomocí sběracího ústrojí přesune píci do ložného prostoru a odveze do silážního žlabu nebo do silážního vaku. Další možností je lisování pomocí lisů na válcové nebo hranaté balíky a poslední možností je sklizeň píce pomocí samojízdné řezačky, která pomocí sběracího ústrojí dostane píci do řezacího ústrojí, kde se píce nařeže na krátké kousky a následně se nafouká do souběžně jedoucího dopravního zařízení, který dopraví píci do silážního žlabu nebo do silážního vaku.

Je třeba si určit, jestli chceme z píce senáž, zelené krmení nebo seno. Tyto typy nám určují procento sušiny a podle sušiny se musí vybírat i správně technologie. Například u kvalitního sena potřebujeme sušinu 85 %, toho dosáhneme převážně díky dobrým povětrnostním podmínkám, ale ovšem také díky frekvenci a kvalitě obracení píce.

Ztráty při sklizni a skladování píce jsou nevyhnutelné. Velké ztráty jsou již při sklizni odrolem při manipulaci s pici (obracení, shrnování), další velké ztráty jsou při špatném počasí (znehodnocení píce už na strništi). Další ztráty jsou při uchycení plísni na samotné fermentované senáži. Často se kazí senáž u krajních stěn a vrchní vrstvy pod plachtou, protože se narušuje anaerobní prostředí a dochází k vniknutí vzduchu nebo vody do části senáže. Tuto senáž musíme separovat od používaného krmiva (Mašek a Novák, 2011).

1.1.1 Sečení píce

Prvním krokem pro sklizeň píce je sečení. Dochází k oddělení nadzemní části rostlin ve výšce od 3–10 cm pomocí stroje pro sečení. Posečená píce následně leží na strništi a je vystavena povětrnostním vlivům. Následně se samozřejmě může píci hýbat – shrnování, obracení. Moderní žací stroje pro sečení píce jsou vybaveny kondicionéry,

které poškodí nebo nalámou stébla píce, a tím dochází k urychlení procesu sušení. Dalším zařízením, které se může nacházet na moderních žacích strojích, je automatické shazování posečené píce do řádku. Píce rovnou po posečení je odebrána pásovým dopravníkem a následně uložena do řádku. Máme-li tři žací sekce o celkovém pracovním záběru 9 m s tímto principem, za strojem zůstává pouze jeden řádek. Je třeba brát v potaz používanou technologii, kvůli procentu sušiny, kterou potřebujeme. Tyto stroje rozdělujeme na stroje, které používají sečení s oporou nebo bez opory (Hubálek a Houdek, 2020).

1.1.1.1 Sečení s oporou

Jedná se o prstové žací stroje, které používají k sečení přeběhovou kosu a protiostrů. Jedná se o energeticky nenáročný způsob sečení, avšak díky malé plošné výkonnosti je již málo využíván u píce. Tento způsob sečení píce se již mnoho nevyužívá. Jsou zde nedostatky, co se týče pojezdové rychlosti, kvality posečení jakkoli husté píce a plošné výkonnosti. Tento způsob se využívá především u sečení obilnatých rostlin, kde prstové žací lišty jsou umístěny na samochodné sklízecí mlátičce. Obilniny mají méně hustý porost a je potřeba mít co nejmenší vibrace při sklizni, aby se předešlo ztrátám (Hubálek a Houdek, 2020).

1.1.1.2 Sečení bez opory

Sečení bez opor je v současné době nejvyužívanější způsob sečení píce. Oddělení stébla píce probíhá pomocí rotačního pohybu bubnu nebo disku, který je vybaven noži. Nože jsou volně uchycené a díky odstředivé síle mají dostatečnou sílu useknout stébla píce. Díky volnosti se nože při nárazu do pevné a tvrdé překážky pouze odrazí, tudíž nedochází k jejich úplnému zničení, ale pouze k částečné deformaci. Uchycení se většinou provádí pomocí malého čepu a podložky, která jistí nůž (viz obrázek 1.1). Výměna nožů by měla být velmi a snadná a co nejrychlejší.



Obrázek 1.1 - Nůž na diskovém žací stroji

Stroje se sečením bez opory se rozdělují na bubnové a diskové. Diskové rotační žací stroje jsou používanější než bubnové, a to především kvůli kvalitě sečení a velké plošné výkonnosti (Hubálek a Houdek, 2020).

1.1.1.3 Příslušenství k sečení píce

K vylepšení kvality posečené píce slouží již zmíněné kondicionéry, kdy máme několik typů kondicionéru z hlediska tvaru, materiálu nebo funkce. Hlavním úkolem kondicionéru je tedy načechrání a narušení stébel pícnin, aby došlo k urychlení fáze sušení. Dalším aspektem je uchování co největšího množství živin v narušených stéblech.

Shazování do řádku patří opět k moderním technologiím, které převážně urychlují práci, a to díky spojení dvou operací do jedné (viz obrázek 1.2). Odebereme tedy z technologické linky nutnost shrnování píce pomocí shrnovače jako samostatné operace. Shazování je prováděno díky pásovému dopravníku uloženým hned za žací lištou. Je třeba brát v potaz požadovanou technologii konzervace nebo využití píce, protože píce shozená na řádek ihned po posečení má o dost delší proces sušení.



Obrázek 1.2 - Diskový žací stroj Krone se šnekovým shozem do řádku

Dalším prvkem je ochrana volně žijících lesních a lučních zvířat, která jsou při kontaktu se žacími stroji většinou usmrceny nebo těžce zraněny. Prevencí vzniku takových nehod je samozřejmě oční prohlídka porostu a vyhánění zvěře z porostu. Další alternativa je pomocí dronu, který nám vyhledá například polohu mláďat srnek a při přiblížení už víme o jejich poloze. Nejnovější technologií pro ochranu zvěře je kamera s termovizí, která je napojená na řídicí systém traktoru. V případě že termovize v trajektorii pracovního stroje vyhledá žijící zvíře, které má ovšem zadanou velikost, tak pomocí napojení na zařízení zastaví pracovní stroj a zvedne hydraulicky pracovní nářadí (Hubálek a Houdek, 2020).

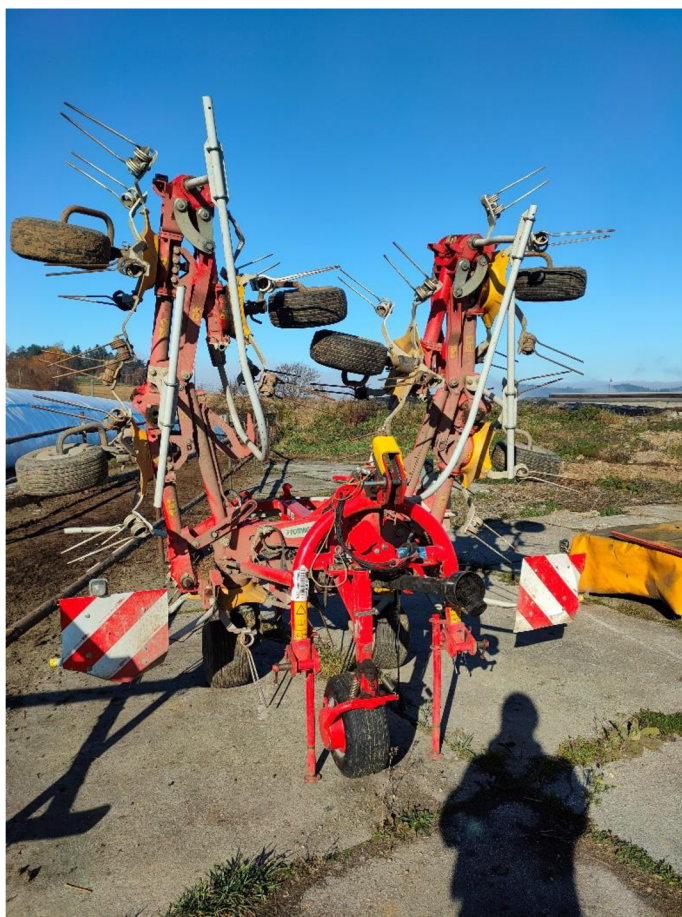
1.1.2 Manipulace s posečenou pící

K dosažení požadované sušiny nebo k shrnutí píce do řádku potřebujeme s posečenou pící manipulovat. K manipulaci nám slouží obraceče a shrnovače. Obracení píce nám pomáhá k urychlení procesu sušení a k dosažení požadované sušiny. Obraceče dělíme například na rotorové, které jsou nejpoužívanější, dále na paprskové, dopravníkové a kolové.

Shrnování píce se provádí pomocí shrnovačů, které nám píci shrnou do řádku. Z řádku už může pomocí sběracího adaptéru sklídit píci samochodná řezačka, senážní vůz nebo lis na balíky (Collins et al., 2018).

1.1.2.1 Obracení píce

Obracení píce nám pomáhá k urychlení procesu sušení a k dosažení požadované sušiny. Obraceče dělíme například na rotorové, které jsou nejpoužívanější, paprskové a dopravníkové. Nejpoužívanější jsou tedy obraceče rotorové. Skládají se z rotorů, na kterých se nachází jednotlivá ramena, která jsou na jejich konci vybavena pery. Pera nadzdvihnou píci a hodí za sebe, při tomto procesu dojde k načechrání a k obrácení píce. Obraceče HIT od firmy Pöttinger jsou dostupné v nesené (viz obrázek 1.3), polonesené i tažené verzi. Tažené obraceče, které mohou být v agregaci i s menšími traktory, mohou dosahovat pracovního záběru až 17 m, nesené do 10 m a polonesené okolo 8 m. Pohon zajišťuje samozřejmě vývodový hřídel energetického zařízení (Pöttinger.at, 2023b).



Obrázek 1.3 - Obraceč Pöttinger

1.1.2.2 Shrnování píce

Když píce dosáhne požadovaných hodnot sušiny, může přijít na řadu shrnování do řádků. Shrnování do řádků se používá také při nepříznivém počasí, když není žádoucí, aby píce celá zmokla. Shrnování nám tedy soustřeďuje posečenou hmotu do řádku a může být následně lisována či sebrána určitým zařízením.

Shrnovače rozdělujeme na rotorové, paprskové, pásové a dopravníkové, kdy nejvíce používaným typem jsou rotorové shrnovače. Skládají se z jednotlivých rotorů, na kterých se nachází ramena s pery. V rotoru se nachází vodící linka, díky které se ramena s pery natočí a následně opět vrátí do původní polohy. Dále se může měnit uspořádání rotorů, kdy můžeme se dvěma proti sobě se točícími rotory shrnovat do středu, nebo se dvěma za sebou uloženými rotory shrnovat do strany, kdy zadní rotor je vyosený kvůli využití pracovního záběru. Z hlediska ceny, plošné výkonnosti a funkčnosti se jedná o nejlepší volbu. Shrnovače TOP od firmy Pöttinger (viz obrázek 1.4) nabízejí od jedno rotorových shrnovačů se záběrem cca 3 m až do čtyř rotorových středových shrnovačů s pracovním záběrem až 14 m. Ovšem při kamenitém

poškozeném pozemku od divoké zvěře nebo u pozemku pokrytém krinci rotorový shrnovač nahrne do řádku nežádoucí příměsi a znehodnotí nám výslednou senáž (Pöttinger.at, 2023a).



Obrázek 1.4 - Rotorový shrnovač Pöttinger

Kvůli tomuto problému se ve spoustě zemědělských podnicích začaly používat pásové shrnovače. Tyto shrnovače se skládají ze sběracího ústrojí, které je obdobou ústrojí u senážních vozů, vyzvedne ze země píci bez většího množství příměsí. Senáž by tedy měla být kvalitnější než píce shrnutá jinými shrnovači. Píce se dostane na oběhový pryžový pás, který píci přesune podle uspořádání shrnovače do strany nebo do středu. Jedná se však o dražší položku, než jsou rotorové shrnovače. Například u pásového shrnovače Kuhn Merge Max dosahuje pracovní záběr cca 9,5 m (viz obrázek 1.5), (Kuhn.com, 2023).



Obrázek 1.5 - Pásový shrnovač Kuhn

1.1.2.3 Svoz senážními vozy

Po shrnutí do řádků přichází svoz píce. Jedním ze způsobů odvozu píce jsou senážní vozy. Skládají se ze sběracího ústrojí a ložného prostoru. Sběrací ústrojí je složeno z per, které nadzvedávají píci a tlačí ji směrem ke kasači. Kasač pod tlakem tlačí píci do ložného prostoru přes řezné nože. Podle počtu nožů se píce nařeže na potřebnou délku. S píci se snadněji manipuluje v silážním žlabu a také se mnohem lépe dusá.

Například u troje Pöttinger Jumbo 7210 (viz obrázek 1.6) je 45 nožů v řadě s minimální roztečí 34 mm a objemem ložného prostoru až 41,5 m³. Jumbo má také k dispozici automatické broušení nožů, které je prováděno brusným kotoučem na konzoli, kde kotouč postupně nabrousí každý nůž, aby docházelo k čistému řezu. Samozřejmě při sběru sena nebo slámy se nože dají vysunout a neprovádí nám řez. Senážní vůz po naplnění odveze nařezanou píci do silážního žlabu, kde píci pomocí posuvné podlahy vysype. Senážní vůz se často využívá i na přepravu nařezané píce pomocí samochoďné řezačky (Pöttinger.at, 2023c).



Obrázek 1.6 - Víceúčelový senážní vůz Pöttinger

1.1.2.4 Řezání píce pomocí samochodné řezačky

Samochodné řezačky jsou díky své výkonnosti často využívány ve velkých zemědělských podnicích. Zastupují sklizeň pícnin, ale především sklizeň kukuřice určenou na kukuřičnou siláž. Jsou vybaveny kolovým nebo bubnovým řezacím ústrojím, kdy nejefektivnější a nejpoužívanější je ústrojí bubnové. Ke sklizni používá různé typy adaptérů, jakými jsou adaptér ke sklizni pícnin ze řádku (viz obrázek 1.7) (Easyflow – Krone), adaptér určený ke sklizni kukuřice (Kemper, Easycollect – Krone) nebo přímé sečení tenkostébelnatých rostlin (X Disk - Krone). Sklizeň pícnin pomocí sběracího adaptéru probíhá podobně jako u senážních vozů vybavených sběracím ústrojím. Prsty nám vyzvednou píci a posouvají ji ke vkládacím válcům, dále putuje píce k řzacímu bubnu, který je vybaven noži. Před řzacím bubnem se vždy nachází lapač kamene a případně magnetický detektor kovu k odhalení nežádoucích prvků ve sklizené hmotě. Dále už je jen metač, který dodá nařezané hmotě patřičnou rychlost k naložení pomocí otáčecího komínu na současně vedle jedoucí dopravní zařízení. Při sklizni kukuřice se za řzacím bubnem nachází také drtič zrn. Na řzačkách se nechá měnit délka řzanky pomocí regulování rychlosti vkládání hmoty a také počtem nožů. Například u strojů značky Krone se délka řzanky pohybuje v rozmezí od 4 – 30 mm a počet nožů od 20 do 40 (Krone – agriculture.com, 2023).



Obrázek 1.7 - Sklizení píce pomocí samochodné řezačky Krone

1.1.2.5 Lisování píce

Lisování píce do balíků je dalším způsobem zpracování píce. Nejčastěji se provádí lisování sena nebo slámy do válcových či hranatých balíků. Lisovat se však nechá i zelená píce, která je určená na senáž (Müller, 2007).

Lisy rozdělujeme na lisy pro:

- válcové balíky
- s pevnou komorou.

Složení lisu s pevnou komorou pro válcové balíky je sběrací ústrojí obdobné jako u senážních vozů, dále je to lisovací ústrojí, které pomocí válců na obvodu komory po naskladnění určitého množství hmoty do komory utáhne hmotu do balíku. Následně pomocí sítě obváže balík a balík je hotový. Nejpoužívanější způsob vázání je vázání do sítě, kdy šířka sítě je stejná jako šířka balíku a je jen na nás, kolikrát balík obmotáme. Dříve se používal způsob provázkový, kdy se balík zavázal automaticky pomocí provázku a jehly.



Obrázek 1.8 - Lis na kulaté balíky Krone Fortima 1250

- s variabilní komorou

Lisy s variabilní komorou jsou složeny ze stejného sběracího ústrojí jako všechny další lisy. Hmota putuje po sebrání opět do lisovací komory, kde je pomocí pásů lisována od malinkého balíku až po výslednou velikost. U variabilní komory můžeme měnit podle rozmezí průměr válcového balíku. Průměry se nachází cca mezi 1 500–2 000 mm. Následně se balík opět zaváže do sítě nebo provázku, jako u lisu s pevnou komorou (Jedlička, 2019).

- hranaté balíky

Lisy na hranaté balíky jsou velmi oblíbené díky výkonnosti. Obsluha lisu na válcové při vyložení balíku musí vždy zastavit a v mnoha případech nerovného terénu i couvnout tak, aby se balík nemohl pohybovat samovolně. U lisů na hranaté se obsluha pouze plynule pohybuje, neřeší totiž vyložení balíku. Tyto lisy se skládají také z obdobného sběracího ústrojí, dále však už je kosač, který hrne hmotu směrem k pístu. Píst se pohybuje pravidelně podle kosače, odebere hmotu i díky protiostrí a lisuje hmotu do balíku. Po dosažení dostatečné velikosti se balík zaváže pomocí provázkového vázacího ústrojí a samovolným posuvem padá k zemi.

Balíky jsou následně svázeny do skladů nebo do venkovních stohů, které by se měli přikrýt plachtami. Hranaté balíky jsou skladnější než kulaté a lépe se s nimi manipuluje. Manipulace se provádí pomocí manipulátorů či traktorů s čelními nakladači, které jsou vybaveny vidlemi nebo kleštěmi (Krone–agriculture.com, 2023).

1.2 Konzervování píce

Pro celoroční přísun potravy pro hospodářská zvířata musíme krmivo konzervovat. Konzervace však musí proběhnout v pořádku, aby nedošlo ke znehodnocení a nedocházelo k vyhazování zkaženého krmiva. Krmení nekvalitní senáže vede ke snížení užitkovosti a k onemocnění hospodářských zvířat. Nejdůležitějším faktorem k dosažení kvalitní senáže je počasí. Počasí nám ovlivňuje zralost plodin a množství sušiny v píci. Podle obsahu sušiny v píci konzervujeme pomocí silážování čerstvé píce s obsahem sušiny 18–25 % a senážování píce s obsahem sušiny 30–50 % (Mašek a Novák, 2011).

1.2.1 Senážování a silážování

Senážování i silážování jsou procesy konzervace píce. Sklizeň se provádí od května až do září, podle množství narostlé píce v průběhu sklizně. Celý proces zahrnuje operace, které jsou popsány v kapitolách 1.1 až 1.1.2.5. Sklizeň zahrnuje sečení píce, obracení, shrnování, řezání, odvoz, rozhrnování a nakonec dusání. Proces je založen na bakteriální produkci kyseliny mléčné. Při tomto procesu produkce se snižuje pH a spolu s anaerobním prostředím zabraňují množení bakterií. Podmínkami pro silážování jsou dostatek zkvasitelných cukrů, přítomnost bakterií mléčného kvašení a anaerobní podmínky. Silážování zavadlé píce, u které se sušina přibližuje 40 % a pH 5,0 a konzervace je zajištěna pomocí kyseliny mléčné a oxidu uhličitého v anaerobním prostředí, mluvíme o senážování. Nedochází k tak velké tvorbě kyseliny mléčné jako u silážování čerstvé píce, protože bakterie produkující kyselinu mléčnou potřebují cukry a zavadlá píce kvůli vyšší sušině neobsahuje velké množství cukrů (Rada, 2009).

1.2.2 Sušení

Sušení představuje nejstarší způsob konzervace pícnin. Požaduje se optimální hodnota sušiny 85 %. Sušení probíhá pomocí povětrnostních podmínek, kdy píce je volně ložená na strništi a působí na ni vliv tepla, světla a větru. Píci je možno obracet pomocí obraceče pomocí obraceče, aby se urychlil a zkvalitnil proces sušení. V historii se sušení píce používalo jako nejčastější způsob konzervace pícnin. K sečení se používaly ruční kosy nebo cepy, obracení a kopení se provádělo pomocí hrábí a sklizeň

pomocí trakařů a vidlí. Kopení byl úkon, který se prováděl se senem vždy před setměním nebo před deštěm. Seno se nahrabalo na hromady a seno následně z většiny odolalo vůči vlhkosti způsobené rosou nebo lehkým deštěm. Ráno poté, pokud bylo počasí přijatelné, se z hromad zase rozprostřelo po strništi a mohlo nadále schnout.

V současnosti může seno být dosoušeno v senících, ovšem skladování sena s vyšší vlhkostí může způsobit samovolné vzplanutí. Pro tyto případy, kdy se dosouší seno s obsahem sušiny pod 85 % je třeba měřit pravidelně teplotu sena. Stejně samovznícení může vzniknout u balení sena do balíků, proto není od věci měřit i senné balíky. Skladování nekvalitně vysušeného sena také způsobuje zapaření, následně se může vytvořit plíseň a balíky se stávají nepoživatelnými (Pöllinger, 2014).

1.3 Skladování konzervované píce

Krmivo je z důvodu konzervace nutné vždy dobře skladovat. Podniky s větším počtem kusů dobytka, který je potřeba krmit často, využívají silážní jámy, kde se vmístí velké množství krmiva. Dalším typem je silážní vak, který je posuzován za nejlepší variantu skladování a poslední možností skladování v balících, které jsou zabaleny do folie. Tento typ se využívá především u menších podniků nebo soukromých zemědělců (Tripathi et al., 1995).

1.3.1 Silážní vaky

Často používaným způsobem skladování píce je uskladnění v silážních vacích (viz obrázek 1.8). Je to velice variabilní způsob skladování, vak může být umístěn kdekoliv to umožňuje terén. Plnění probíhá pomocí lisů za stálého a rovnoměrného tlaku. Vůz přiveze potřebný materiál k uskladnění a vysype na plnicí pás, dále už je jen rotor, který posouvá materiál do vaku. Jak se vak plní, lis pomalu popojíždí a natahuje vak. I díky tomu se uvádí, že uskladněný materiál ve vaku je po proběhlé fermentaci jedním z nejkvalitnějších krmiv. Skladování ve vacích však přináší i svá rizika, jako je poškození vaku (naříznutí, prasknutí, poškození divokou zvěří) a tím možné narušení anaerobního prostředí a zhoršení kvality krmiva. Proto je třeba provádět kontroly vaků a případně poškozená místa zalepit speciální opravnou lepicí páskou, která by měla být součástí vaku. Dalším způsobem ochrany vaku je použití ochranné sítě, které jsou odolné hlavně vůči ptactvu, což je nejčastější poškození vaků vůbec (Collins et al., 2018).



Obrázek 1.9 - Skladování píce ve vaku

Po skončení plnění se vak musí hermeticky uzavřít, k tomu se používají speciální zipy, nebo se jen konec zahrne nepotřebným materiálem (zbylá kukuřičná řezanka, půda atd.). Uzavření pomocí speciálních zipů je samozřejmě nejkvalitnější způsob uzavření, nedojde nám k proniknutí vzduchu do vaku. Uzavřením pomocí přehnutí materiálu může proniknout vzduch do vaku a opět nám zhoršit kvalitu krmiva. Po prvních dnech naskladnění je třeba odvětrat silážní plyny z vaku, to se provádí pomocí ventilů, které se umisťují přímo na vak a umožní odvětrat přebytečné plyny ve vaku (Silazovani.cz, 2023).

1.3.2 Silážní žlaby

Jeden z nejčastějších způsobů skladování konzervované píce je skladování v silážních žlabech. Máme několik typů těchto žlabů, jako jsou například podúrovňové a nadúrovňové, průjezdné nebo neprůjezdné. Žlaby jsou ve většině případech ze železobetonových panelů s vytvořenými kanály pro odvod silážních šťáv.

Nařezaná píce o potřebné sušině se postupně naváží do žlabu, kde je pomocí manipulátoru, kloubového kolového nakladače či traktoru s čelním nakladačem rozhrnuta po žlabu (viz obrázek 1.9). Pro manipulaci se používá různé nářadí, jako jsou

senážní vidle, lopaty nebo rozdružovací válce. Rozdružovací válec je rotující se zařízení s žabkami. Proces rozhrnování by měl být co nejrychlejší, aby se před příjezdem dalšího naloženého vozu stihla píce pořádně udusat a nemusela se zpomalovat nebo zastavovat celá linka. Výška vrstvy rozhrnuté píce by neměla přesáhnout 20 cm, aby byla kvalitně udusána. Dusání se provádí těžkými traktory s možností připojení dusacích válců a jimi pomalu nově navezenou píci udusat, aby se vytlačil vzduch. Celá technologická linka se skládá ze sečení píce, když je nutné tak obracení píce, shrnování píce, nařezání, odvozu píce do silážního žlabu, rozhrnování píce a dusání píce (Collins et al., 2018).



Obrázek 1.10 - Rozhrnování píce na senážní jámě pomocí manipulátoru JCB

Po naplnění silážního žlabu se vrchní vrstva dusá co nejdéle, aby se vytvořila ochranná vrstva. Následně se píce přikryje vrstvou silážní fólie a poté vrstvou silážní černé plachty. Na silážní plachtu se často umisťují ochranné sítě, aby nedošlo k protržení. Nakonec se plachty zatěžkají pomocí pneumatik (viz obrázek 1.10), zatěžkávacích pytlů, panely nebo dalšími zatěžkávacími prvky (Tripathi et al., 1995).



Obrázek 1.11 - Přikrytá silážní jáma

1.3.3 Skladování píce v balících

Jak již bylo popsáno v podkapitole lisování píce, skladování píce v balících je velice častý způsob. Pro menší podniky nebo farmáře je to nejvhodnější řešení konzervace krmiva pro menší počet, ale samozřejmě i pro větší stáda užitkových zvířat. Lisování se provádí tedy do válcových nebo hranatých balíků. Rozměry jsou u lisů na válcové balíky s variabilní komorou různé, například od průměru 130 cm do 200 cm. U lisování sena nebo slámy se používá pouze vázací síť, které ovine a utáhne balík, aby držel válcový tvar. Podobné je to i u lisů na hranaté balíky, při lisování sena či slámy se používá pouze vázací provázek, který zajistí udržení tvaru. Při lisování píce na senáž je určitě rozumnější, z důvodu manipulace dělat balíky o menších rozměrech, zavadlá píce je mnohem těžší než seno či sláma.

Hotové balíky s čerstvou nebo zavadlou pící se následně musí co nejrychleji zabalit do strečové fólie. Balení se provádí pomocí ovíjecího stroje na balíky, kam se pomocí ramen nebo manipulačního zařízení umístí balík, následně se pohybem balíku a ramena s nasazenou strečovou fólií zabalí. Mnohdy bývá ovíjecí stroj přímo součástí

lisu, kdy balík po slisování rovnou pokračuje na balení strečovou fólií. Udává se, že je potřeba aspoň 4 vrstvy této strečové fólie na jeden balík. Balík musí být velmi kvalitně zabalený a utáhnutý, jednotlivé vrstvy by se měly překrývat. Barvy používaných strečových fólií se liší s ohledem na venkovní teplotu. Barvy bílé nebo světle zelené jsou do 25 °C, bílé barvy 30 °C, černá až tmavě zelená 15 °C (viz obrázek 1.11). Následná manipulace musí být velmi opatrná, aby nedošlo k narušení strečové fólie a následné zhoršení kvality krmiva (nejčastěji hladké kleště na balíky), (Hubálek, 2020).



Obrázek 1.12 - Skladování píče v balících

1.4 Kvalita senáže

Přidávání konzervantů do sklizeného materiálu se provádí běžně, z důvodu zlepšení procesů při fermentaci a tvorbě krmiva. Nejčastěji používanými chemickými konzervanty jsou kyselina propionová, které napomáhá k omezení růstu plísní a kvasinek a k regulaci pH, a kyselina mravenčí pro okyselení hmoty a snížení bakteriální činnosti.

Aplikace se nejčastěji provádí přímo při sklizni na sklizenou hmotu před dovezením na skladované místo. Při realizaci praktické části byla použita samochodná řezačka Krone, která provádí postřik koncentrovaným roztokem v otáčecím komíně, kde je uchycená tryska a provádí postřik na proudící hmotu. Postřik se podobně provádí na použitém stroji Pottinger Jumbo 7210. Taktéž disponuje nádrží, kde se před sklizní připraví roztok vody a konzervantu. Zastaralým způsobem byla aplikace konzervantů po naskladnění, nebo po jednotlivém dnu naskladnění pomocí postřiků. Tento způsob nebyl úplně dokonalý, protože se konzervační prostředek nedostal na všechny vrstvy naskladněné hmoty.

Kvalita senáže je klíčovým faktorem pro zajištění optimální výživy dobytka a dalších zvířat v zemědělském hospodářství. Správně provedená senáž by měla obsahovat potřebné živiny v optimálních množstvích a měla by být konzervovaná tak, aby byla vhodná pro skladování a následné použití (Tyrolová a Výborná, 2010).

2. Cíl práce

Cílem práce je naměření a vyhodnocení plošných výkoností a spotřeb pohonných hmot různých technologií senážování píce a jejich vliv na kvalitu senáže v konkrétních podmínkách zemědělského podniku v ČR a odpovědět na otázky:

1. Která ze sledovaných technologií má prokazatelný vliv na úsporu nákladů?
2. Která technologie dosahuje větší kvalitu senáže?

Dílčí cíle diplomové práce:

1. Změřit plošnou výkonnost a spotřebu PHM zvolených technologií v porovnatelných podmínkách.
2. Provést laboratorní rozbor pro určení kvality senáže.
3. Odpovězte na otázky z cíle této práce.
4. Výsledky zhodnoťte a uveďte závěry pro praxi.

3. Metodika

Realizace praktické části diplomové práce bude provedena v podniku Agrodružstvo Šumavské Hoštice, který se nachází na úpatí hory Boubín na Šumavě. Nadmořská výška větší části pozemků je vyšší než 800 m. n. m. Podnik se zaměřuje převážně na živočišnou produkci mléka a hovězího, ale i na rostlinnou produkci obilovin. Disponuje 290 kusů dojných krav, 315 kusy jalovic 200 telat a 99 kusů krav bez tržné produkce mléka. Výměra podniku je 1017,49 ha, z toho 232,35 ha orné půdy a 785,14 ha trvalé travní porosty. Dobytek je umístěn ve třech stanovištích, dojnice v hlavním areálu Buk, jalovice a telata v budově v obci Kosmo a jalovice v obci Včelná pod Boubínem. Podnik pracuje převážně s krmivem vytvořeným z trvalých travních porostů – senáž a také krmivem z kukuřičné řezanky – kukuřičné siláže. Krmiva jsou uložena v silážních jámách rozmístěných v blízkosti všech areálů. Dále se umísťuje výjimečně kukuřičná siláž v silážních vacích. Podnik provádí sklizeň pícnin, ve většině případů pomocí samohodné řezačky Krone se sběracím adaptérem, a jen v případech nedostupné infrastruktury pomocí senážního vozu.

Záznam proběhne na pozemku podniku Agrodružstvo Šumavské Hoštice v roce 2023 při první seči trvalých travních porostů. Ze všeho nejdříve bude pomocí mechanického koštěte důkladně vyčištěna silážní jáma. Je třeba mít čistý a suchý povrch před navážením čerstvé píce, z důvodu možného zbytečného znehodnocení krmiva různými mykotoxiny a plísněmi ze starého krmiva. Nejprve proběhne pokos travního porostu pomocí diskového žacího stroje Krone Easy cut a stroje Case Puma 185. První měřená technologie bude sklizeň pomocí samohodné sklízecí řezačky Krone – Big X 700 se sběracím adaptérem. Nastavená délka teoretické řezanky bude situována podle vlhkosti materiálu a následně bude použita pro měření. Pro obrácení bude použit obraceč Pöttinger v agregaci se strojem Case JXU. Odvoz sklizené hmoty zajistí stroje Case Maxxum 135 s vozem Pöttinger Europrofi 5000 L a Valtra Versu T12 s vozem Pöttinger Jumbo 7210. Senážní vozy použité u obou technologií mají odlišnou kapacitu při sběru ze řádku pomocí sběráku a při plnění pomocí souběžně jedoucí řezačky. Vůz Europrofi 5000 L má při sběru ze řádku kapacitu až 50 m³, protože pomocí kasače je vůz schopen sklizenou hmotu stlačit, u sklizní řezačky je to 31,5 m³. U vozu Jumbo 7210 je při sběru ze řádku kapacita až 72 m³ a se sklizní řezačkou 43 m³. Rozhrnování sklizené hmoty provede manipulátor JCB Loadall se senážními vidlemi. Rozhrnování bude prováděno kontinuálně a rovnoměrně po ploše

silážní jámy a dusání proběhne pomocí stroje ŠT 180 a kolejnicovými válci o hmotnosti 3 t. Po každém dni navážení se jáma zakrývá průhlednou podkladovou silážní folií, podnik tento krok provádí již několik let. Po naplnění se senážní jáma zakryje jednou vrstvou senážní průhledné fólie a jednou vrstvou vrchní senážní černé fólie. Jako zatěžkávací prvky budou použity pneumatiky a po stranách zatěžkávací pytle.

Další technologie použitá v praktické části bude sběr píce ze řádku pomocí senážních vozů. Technologie se v podniku již nepoužívá, ale záznam zkoumaných hodnot a výsledků, byl proveden již v roce 2021, kdy sklizeň byla provedena stejně jako u technologie sklizně řezačkou čili stejný počet sklizené plochy, použitá stejná silážní jáma a téměř stejný termín sklizně první seče trvalých travních porostů. Použité stroje Pöttinger Jumbo 7210 a vozu Europrofi 5000 L disponují možnou teoretickou délkou řezanky 34 mm a 45 mm, což bude použito pro určení rozdílu mezi teoretickou délkou a reálnou délkou řezanky. Bude se jednat o první seč, kdy sečení píce proběhne obdobně jako u předešlé technologie diskovým žacíím strojem Krone Easy cut 900 se strojem Case Puma 195. Shrnování proběhne pomocí stroje Kuhn Merge max 950 se strojem Case Luxxum 120 a následná sklizeň a odvoz na silážní jámu pomocí senážních vozů Pöttinger v agregaci se strojem Vatra T12 versu a Case Maxxum 135. Rozhrnování řezanky bude provedeno opět pomocí stroje JCB Loadall se senážními vidlemi a dusání pomocí stroje ŠT 180 a kolejnicovými válci. U obou sklizní bude pečlivě kontrolována kvalita rozhrnování píce po silážní jámě a kvalita dusání píce, kde by neměla výška čerstvé po ploše rozhrnuté hmoty přesáhnout 20 cm. V podniku se každý večer po celodenním naskladňování píce do silážní jámy přikrývá naskladněná hmota pomocí mikrotenové podkladové silážní fólie.

Poslední použitou technologií bude sklizeň pomocí lisu na kulaté balíky a následné balení balíků do fólie. Realizace části praktické části bude vykonána u soukromého zemědělce Ing. Petra Doule, který disponuje 30 ks dobytka. Pro sečení píce bude použitý stroj diskový žací Krone Easycut 900 v agregaci se strojem Case Puma 185. Při nutnosti proběhne i obrácení píce pomocí obrabeče Pöttinger a shrnování pomocí pásového shrnovače Kuhn Merge max 950 v agregaci se strojem Case Luxxum 120. Sklizeň bude provedena pomocí lisu na kulaté balíky Krone Fortima F 1250. Následně budou balíky zabaleny pomocí ovíječky do černé silážní

fólie, balíky budou následně uloženy na okraji pozemku, a po určité době převezeny do zastřešeného skladu.

Měření délky píce je třeba provést vždy přímo při sklizni, kdy po sebrání a nařezání píce strojem bude vyjmuta po navezení do silážního žlabu část sklizené hmoty pro naměření potřebné délky. V případě lisování do kulatých balíků to bude provedeno odebráním části z lisovaného balíku. Měření bude realizováno pomocí vysouvacího metru, kdy proběhne měření nařezaných částic a koncentrace jednotlivých délek z vybraného množství sklizené hmoty. Různé délky a struktura řezanky budou mezi sebou porovnány.

Odebrání vzorků pro chemickou laboratoř bude provedeno z už částečně odfrézované silážní jámy, která byla vytvořena pomocí sklizně samochodné sklízecí rezačky. Vzorek bude vybrán z čerstvě odfrézované stěny na několika místech stěny metodou „W“ (viz obrázek 3.1), kdy se provede odběr na 5 místech. Je třeba používat jednorázové hygienické rukavice, aby nedocházelo ke kontaminaci vzorku. Hmota nasbíraná z 5 míst se smíchá ve kbelíku, kdy by hmotnost vzorku v kbelíku měla být minimálně 4 kg. Pomocí tzv. kvartovacího nože, kdy se vzorek redukuje až na požadovanou hmotnost laboratoře (min. 1 kg). Vzorek se následně zabalí, případně vakuuje do přepravního sáčku a následně dopraví do laboratoře. Laboratoř na základě testu vyhotoví protokol o obsahu živin a prvků ve vzorku (viz obrázek 4.5). Stejným způsobem bude odebrán vzorek ze silážní jámy, která byla vytvořena pomocí sklizně senážním vozem. Odběr z lisovaného balíku proběhne při rozbalení balíku opět pomocí jednorázových rukavic do vakuovacího sáčku. Vyhodnocené protokoly budou mezi sebou porovnány a vyhodnoceny ve výsledcích.



Obrázek 3.1 - Metoda výběru míst pro odebrání vzorku

Pro výpočet spotřeby pohonných hmot u jednotlivých technologií bude uvažována cena nafty v roce 2023 – 30,05 Kč*l⁻¹. Měření bude provedeno na tankovacím stojanu, kde zaznamenáme každý den sklizně počet dolitých litrů pohonných hmot do nádrže u strojů, které budou předmětem měření. Měření senážního vozu bude provedeno již z roku 2021, kdy firma používala pro sklizeň technologii sklizně senážním vozem. Sklizená plocha pro sklizeň činí 202 ha. Nebudou uvažovány operace typu pokos porostu, shrnování porostu ani obracení, protože u technologií se provádí stejně. Dále se budou počítat náklady na zaměstnance na 1 ha, kdy bude uvažována skutečná cena, kterou podnik za zaměstnance zaplatí, bude to 296,- Kč*h⁻¹. Pracovní doba v podniku je v době sklizně stanovena na 10 h denně. Technologie sklizně pomocí řezačky bude počítána z roku 2023, kdy se budou sklízet téměř stejné pozemky, do stejné silážní jámy 203 ha trvalých travní porostů. Technologie lisování do kulatých balíků bude realizována na sklizené ploše 21,5 ha, kde bude stejně jako u předešlých technologií měřena celková spotřeba pomocí tankovacího stojanu dolitím pohonných hmot. K celkovým nákladům bude dále počítána spotřeba pohonných hmot při rozhrnování a dusání píce u technologií sklizně řezačkou a technologie sklizně

senážními vozy. Dále u těchto technologií budou započítány i náklady na zaměstnance potřebné na překrytí silážního žlabu. Do nákladů bude započítána i cena použitých plachet pro zakrytí celého silážního žlabu. U technologie sklizně lisem na kulaté balíky bude započítána spotřeba navíc u balení všech kulatých balíků do fólie a náklady na síť a fólie.

Plošná výkonnost dle vztahu 3.1:

$$W_z = \frac{Z}{T} \quad (3.1)$$

kde:

W_z – plošná výkonnost technologií [$\text{ha} \cdot \text{h}^{-1}$]

Z - výměra sklizených pozemků [ha]

T – potřebný čas ke sklizni [h]

Spotřeba pohonných hmot na 1 ha u jednotlivých technologií dle vztahu 3.2:

$$Kh = \frac{N}{Z} \quad (3.2)$$

kde:

N – celková spotřeba PHM u jednotlivých technologií [l]

Kh – spotřeba pohonných hmot na 1 ha [$\text{l} \cdot \text{ha}^{-1}$]

Z – výměra sklizených pozemků [ha]

Náklady na PHM na 1 ha u jednotlivých technologií dle vztahu 3.3:

$$Nk = kh * Pn \quad (3.3)$$

kde:

Pn – cena PHM [$\text{Kč} \cdot \text{l}^{-1}$]

Kh – spotřeba PHM na 1 ha u technologií [$\text{l} \cdot \text{ha}^{-1}$]

Nk – náklady na PHM na 1 ha u technologií [$\text{Kč} \cdot \text{ha}^{-1}$]

Náklady na mzdu zaměstnance na 1 ha dle vztahu 3.4:

$$Nz = \frac{Pz * T}{Z} \quad (3.4)$$

kde:

Pz – náklady podniku na zaměstnance na 1 h [$\text{Kč} \cdot \text{h}^{-1}$]

T – potřebný čas ke zpracování plochy [h]

Z – celková výměra sklizených pozemků [ha]

N_z – Náklady na mzdu zaměstnance u technologií na 1 ha [Kč*ha⁻¹]

Náklady na použité fólie a sítě na 1 ha dle vztahu 3.5:

$$N_p = \frac{F * P_f}{Z} \quad (3.5)$$

kde:

N_p – náklady na fólie a sítě na 1 ha [Kč*ha⁻¹]

F – počet spotřebovaných fólií [n]

P_f – cena použité fólie [Kč]

Z – celková výměra sklizených pozemků [ha]

Celkové náklady na 1 sklizený ha dle vztahu 3.6:

$$N_c = N_z + N_k + N_p \quad (3.6)$$

kde:

N_c – celkové náklady na sklizený ha [Kč*ha⁻¹]

N_z – náklady na zaměstnance na 1 ha [Kč*ha⁻¹]

N_k – celkové náklady na PHM na 1 ha [Kč*ha⁻¹]

N_p – celkové náklady na použité fólie a sítě [Kč*ha⁻¹]

Naměřené a vypočítané hodnoty budou vyhodnoceny a porovnány v kapitole Výsledky. Výsledky by měly poukázat na odlišnosti jednotlivých technologií ve spotřebě, a hlavně v kvalitě výsledného krmiva.

4. Výsledky měření

4.1 Náklady

Technologie sklizně pícnin pomocí senážních vozů proběhla v rozmezí 7. 6 – 13. 6. 2021. Plnění silážního žlabu trvalo 7 dní při 10hodinové pracovní době. Produktivní čas pro zhotovení byl naměřen u jednotlivých pracovních dní zvlášť u všech technologií včetně překrytí silážní jámy a balení balíků do silážní fólie. Operace před sklizní byly u technologií stejné, tudíž v měření byly zahrnuty operace pouze spojené s přímou sklizní a s konzervováním píce. Teoretická délka řezanky u těchto senážních vozů se pohybuje okolo 34 mm, proto byl odebrán vzorek, aby byla zjištěna kvalita řezání.

Bylo sklizeno 198 ha trvalých travních porostů a naplněn silážní žlab o rozměrech 60x8x5 m při celkové spotřebě 11 l*ha⁻¹. Náklady na pohonné hmoty byly tedy 337,5 Kč*ha⁻¹. Naměřený čas pro zhotovení žlabu byl 61 h včetně zakrytí žlabu. Pro sklizeň byli využiti 4 pracovníci, 2 řidiči tažných zařízení Valtra T12 versu a Case maxxum 140 se senážními vozy Pöttinger Jumbo 7210 a Europrofí, 1 řidič manipulátoru JCB Loadall při rozhrnování hmoty ve žlabu a 1 řidič stroje ŠT 180 se závažím, který zajišťoval dusání hmoty ve žlabu.

Pro zakrytí senáže bylo potřeba 6 pracovníků na 3 h práce. K zakrytí hmoty byla použita jedna průhledná podkladová fólie s rozměry 50x20 m šířce 0,04 mm a tři silážní černé fólie s rozměry 20x10 m šířce 0,15 mm.

V tabulce 4.1 je zaznamenána spotřeba pohonných hmot a jednotlivé náklady při sklizni senážními vozy.

Tabulka 4.1 - Náklady a spotřeba PHM při technologii sklizně senážním vozem

Náklady a spotřeba	Senážní vůz
Spotřeba PHM [$l \cdot ha^{-1}$]	11
Náklady na PHM [$Kč \cdot ha^{-1}$]	337,5
Náklady na mzdy [$Kč \cdot ha^{-1}$]	391,7
Náklady na fólie a plachty [$Kč \cdot ha^{-1}$]	67,4
Celkové náklady [$Kč \cdot ha^{-1}$]	796,7

Technologie sklizně píce pomocí samohodné řezačky Krone Big X 700 byla provedena v termínu 27. 05 – 02. 06. 2023. Sklizeno bylo 203 ha trvalých travních porostů k naplnění stejného silážního žlabu jako u technologie senážních vozů o rozměrech 60x8x5 m. Pozemky ke sklizení byly stejné jako u technologie sklizně senážních vozů, až na 5 ha navíc. Postup operací před sklizní byl opět stejný jako u předešlé technologie, zaznamenávána byla jen sklizeň a proces uskladnění ve žlabu. Spotřeba na zpracování a uskladnění píce z jednoho ha byla $19,3 l \cdot ha^{-1}$, tudíž náklady na pohonné hmoty na jeden ha byly $580 Kč \cdot ha^{-1}$.

Zaznamenaný výsledný čas pro zhotovení žlabu a sklizni pozemků byl 59 h, kdy bylo potřeba 5 pracovníků. Oproti technologii sklizni pomocí senážních vozů, potřebujeme navíc jednoho pracovníka do řezačky Krone. Odvozy tedy byly zajištěny senážními vozy Pöttinger Jumbo 7210 a Europrofí, rozhrnování píce opět pomocí JCB Loadall a dusání strojem ŠT 180 se závažím. Pro přikrytí silážního žlabu opět bylo potřeba 6 lidí a necelé 3 h práce. Náklady na mzdy u této technologie byly $456,4 Kč \cdot ha^{-1}$.

Pro zakrytí silážního žlabu byla použita opět průhledná podkladová fólie o rozměrech 50x20 m a šířce 0,04 mm a tři silážní černé fólie o rozměrech 20x10 m a šířce 0,15 mm.

Náklady spojené se sklizní pomocí samohodné řezačky Krone jsou zaznamenány v tabulce 4.2. Je vidět velice markantní rozdíl ve spotřebě pohonných hmot na zpracovaný hektar.

Tabulka 4.2 - Náklady a spotřeba PHM při sklizni samohodnou řezačkou

Náklady a spotřeba PHM	Řezačka
Spotřeba PHM [l*ha ⁻¹]	19,3
Náklady na PHM [Kč*ha ⁻¹]	580
Náklady na mzdy [Kč*ha ⁻¹]	456,4
Náklady na fólie [Kč*ha ⁻¹]	65,8
Celkové náklady [Kč*ha ⁻¹]	1102,2

Třetí zkoumanou technologií byla technologie sklizně pomocí lisu na kulaté balíky. Lisování bylo provedeno pomocí stroje Krone Fortima 1250 v termínu 16. 06. 2023 na ploše 4,2 ha. Operace před lisováním byly opět provedeny zcela identicky jako u předešlých technologií, tedy měřena byla pouze sklizeň a ovíjení balíků do fólie.

Spotřeba při lisování píce byla 6,2 l*ha⁻¹, tudíž náklady na pohonné hmoty pouze u lisování jsou 186,3 Kč*ha⁻¹. Spotřeba při ovíjení byla 3,3 l*ha⁻¹ a náklady 99,2 Kč*ha⁻¹.

Náklady na použité sítě pro lisování balíků byly 204 Kč*ha⁻¹. Balíky o průměru 125 cm a dvě a půl otáčky sítě na balík, aby byla dosáhnuta dostatečná slisovatelnost. Použitá síť měla délku 3000 m při ceně 5 210,- Kč. Na jeden balík byl použito 24 otáček silážní bílé fólie. Je třeba aby balík byl dobře zabalený, aby nedocházelo k narušení anaerobního prostředí. Náklady na použitou silážní fólii byly 917,1 Kč*ha⁻¹, kdy bylo pracováno s cenou 2 522,- Kč za jednu roli fólie.

Veškeré náklady spojené s technologií sklizně lisem na válcové balíky jsou zaznamenány v tabulce 4.3. Vidíme velký rozdíl při nákladech potřebných na síť a silážní fólie.

Tabulka 4.3 - Náklady a spotřeba PHM při technologii sklizně lisem na válcové balíky

Spotřeba a náklady	Lisování a ovíjení
Spotřeba [l*ha ⁻¹]	9,5
Náklady na PHM [Kč*ha ⁻¹]	285,5
Náklady na mzdy [Kč*ha ⁻¹]	352,4
Náklady na fólie a síť [Kč*ha ⁻¹]	1121,1
Celkové náklady [Kč*ha ⁻¹]	1759

Porovnání celkových nákladů u technologií sklizně pomocí senážního vozu a samohodnou řezačkou je významným ukazatelem pro podnik, kde byla zpracována praktická část diplomové práce. Podnik využíval v minulosti pouze technologii sklizně senážním vozem, ale poslední dva roky už využívá technologii sklizně samohodnou řezačkou.

4.2 Kvalita řezání píce

Při sklizni byly odebrány vzorky nařezané píce, aby bylo možné zjistit kvalitu řezání použitých strojů. Použité stroje Pöttinger mají rozdílnou teoretickou délku řezanky, kdy u vozu Pöttinger Jumbo 7210 je to 34 mm, u vozu Pöttinger Europrofi 5000 l je to 45 mm. Měření bylo provedeno pomocí metru ihned po vyložení hmoty v silážním žlabu (viz obrázek 4.1 a 4.2). Řezačka Krone Big X 700 měla nastavenou řeznou délku na 15 mm. Měření opět proběhlo ihned po vyložení nákladu v silážním žlabu (viz obrázek 4.3 a 4.4). Měření proběhlo i u lisu na válcové balíky, který disponuje teoretickou délkou řezanky 64 mm. Odebraný vzorek o váze 100 g byl důkladně roztřízen podle délky jednotlivých částic od 10 mm do 100 mm. Jednotlivé kategorie

se zvážily, aby bylo možné zjistit zastoupení dané délky ve voze, a také kvalita řezání daného prostředku.



Obrázek 4.1 - Naměřená řezanka ze senážního vozu



Obrázek 4.2 - Nařezaná píče ze senážního vozu



Obrázek 4.3 - Naměřená řezanka ze samochodné řezačky Krone



Obrázek 4.4 - Nařezaná píce ze samochodné řezačky Krone

V tabulce 4.4 vidíme naměřené délky nařezaných částic pomocí senážního vozu Pöttinger Jumbo 7210, který disponuje 45 řeznými noži. Nejvíce zastoupené byly délky v rozmezí od 30 do 40 mm, což plně odpovídá teoretické řezance udávané výrobcem.

Tabulka 4.4 - Naměřené délky řezanky u senážního vozu Pöttinger Jumbo 7210

Pöttinger Jumbo 7210 (34 mm)	
Délka [mm]	Hmotnost [g]
<10	0
10	3
20	8
30	21
40	19
50	11
60	9
70	6
80	4
90	7
100	3
>100	0

Tabulka 4.5 obsahuje naměřené délky řezanky z druhého použitého senážního vozu Pöttinger Europrofi 5000 L. Tento vůz disponuje 31 reznými noži, které by měly dosahovat délky řezanky 45 mm. Nejvíce zastoupené částice měly délku od 40 do 50 mm, což také odpovídá technickým specifikacím.

Tabulka 4.5 - Naměřené délky řezanky u senážního vozu Pöttinger Europrofi 5000 l

Pöttinger Europrofi 5000 l (45 mm)	
Délka [mm]	Hmotnost [g]
<10	0
10	2
20	2
30	9
40	22
50	20
60	12
70	7
80	8
90	5
100	4
>100	9

V tabulce 4.6 jsou naměřené délky řezanky ze sklizně píce samochodnou sklízecí řezačkou Krone Big X 700. Řezačka má velkou výhodu ve variabilním nastavení délky řezanky, oproti senážním vozům a lisům. V tomto případě byla délka nastavena na 15 mm.

Tabulka 4.6 - Naměřené délky řezanky u sklízecí řezačky Krone Big X 700

Krone Big X 700 (15 mm)	
Délka [mm]	Hmotnost [g]
<10	6
10	25
20	24
30	14
40	7
50	8
60	9
70	7
80	0
90	0
100	0
>100	0

Lis na válcové balíky Krone Fortima F 1250 disponuje se 17 řezacími noži teoretickou délkou řezanky 64 mm. Největší zastoupení v odebraném vzorku měly částice mezi 60 a 70 mm, což odpovídá teoretické řezance daného stroje.

Tabulka 4.7 - Naměřené délky řezanky u lisu Krone Fortima F 1250

Krone Fortima F 1250 (64 mm)	
Délka [mm]	Hmotnost [g]
<10	0
10	0
20	1
30	4
40	5
50	10
60	26
70	22
80	12
90	8
100	6
>100	6

Délka řezanky u jednotlivých technologií jsou zcela odlišné. Důvodem měření bylo zjištění opravdové délky řezanky u jednotlivých strojů pro sklizeň pícnin. Délka řezanky je zásadní pro tvorbu kvalitního krmiva, protože při naskladnění se lépe dusá a vytlačuje přebytečný vzduch. Ovšem například při technologii sklizně lisem na válcové balíky nemůže být řezanka příliš krátká, protože slisovaný balík by neměl dostatečně pevnou strukturu a docházelo by k hroucení.

4.3 Kvalita krmiva

První byl odebrán vzorek ze senážní jámy, která byla naplněna pící sklizenou samohodnou sklízecí řezačkou. Senážní jáma se nachází v obci Šumavské Hoštice, kde vlastní podnik Agrodružstvo Šumavské Hoštice 2 senážní jámy. Plnění této jámy trvalo 7 dní a sklizeno bylo cca 203 ha trvalých travních porostů. Podnik používá pro odběr krmení krmný vůz s odběrem pomocí frézovacího válce. Vzorek byl odebrán 12. 10. 2023, ihned po odfrézování celé šířky senážní jámy, aby se zachovala čerstvost vzorku. Následně byly odebrány pomocí jednorázových hygienických rukavic vzorky z 5 míst z celé šířky jámy do kbelíku a dále se provedlo promíchání kvůli

homogenizaci vzorku. Následně byla část odebrána do vakuovacího pytlíku a zavakuovaná, aby nedošlo ke znehodnocení senáže působením vzduchu. Ihned byl vzorek odvezen do laboratoře pro krmiva, která se nachází v Písku. Na základě výsledku testu byl vyhotoven protokol (viz obrázek 4.5).

```

*****
* Ing. Josef Němec, Písek tel. 608 029 776                               SKOT *
*                               ### HODNOCENÍ KRMIV č.17436/2023 ###       LIST/POČET : 1/1 *
* ZÁKAZNÍK: 93 Agrodružstvo Šumav. Hoštice                             DATUM PŘIJEZDÍ: 12.10.2023   VÝPOČTU: 18.10.2023 *
*****

```

Krmivo	Kód	Č.an.	Popis krmiva	UP	NEL/suš	Ca:P	K:Na	L.S.
1. Travní siláž začátek metání	2735	17436	Travní siláž/Š. Hoštice pravá	7.27	0.054	2.0	106.4	93.8
2.								
3.								
4.								

Parametr	Krmivo č.1		Krmivo č.2		Krmivo č.3		Krmivo č.4	
	ve hmotě	v sušině	ve hmotě	v sušině	ve hmotě	v sušině	ve hmotě	v sušině
Původní hmota g/kg	432.80	1000.00						
NL g/kg	49.75	114.96						
SNLs g/kg	31.38	72.52						
Tuk-tab. g/kg	7.10	16.42						
Vláknina g/kg	94.86	219.20						
Popel g/kg	35.91	82.99						
ENVL g/kg	246.55	569.72						
Škrobová hodnota	22.82	52.74						
MEs /BE MJ/kg	4.00/ 7.90							
NEL /NEV MJ/kg	2.33/ 2.24							
EDIA/EDIN/-E g/kg	7.24/ 28.10/	3.56						
Vápník g/kg	1.93	4.45						
Fosfor g/kg	0.98	2.26						
Sodík g/kg	0.07	0.17						
Draslík g/kg	7.66	17.71						
Hořčík g/kg	0.71	1.64						
proteolýza %	4.70							
Kys.propion. g/kg	0.00							
Škrob g/kg								
LR cukry g/kg								
NO3 g/kg								
Hodnocení NO3 :								
Kys.mléčná g/kg	25.49							
Kys.octová g/kg	2.84							
Kys.máselná g/kg	0.00							
pH	4.19							
Volný amoniak g/kg	0.34 + 1.46g NL							
KVV mg KOH/100g	1570							
Neutral.NaHCO3 g/g	314							
Cena Agrokonz. Kč/T	579							
Hodnocení krmiv		body						
Smyslové posouzení	+10+ 0p	=+10						
Kys.máselná-body	+ 5+ 0p	=+ 5						
Stupeň proteolýzy	(3.5%)+13+ 0p	=+13						
Fermentace celkem	I/	=+ 28						
Body sušina+VL+NL	20+30+15+ 0p	=+65						
Celkové hodnocení	I/	+ 93						

VÝBORNÁ

Zpracoval (a) :
Pavel Bican

Obrázek 4.5 - Vystavený protokol ze vzorku krmiva zhotoveného pomocí rezačky

Druhý odběr vzorku byl odebrán také ze senážní jámy, kde byla navezená píce sklizena pomocí senážního vozu. Pro naplnění bylo sklizeno 198 ha trvalých travních porostů pomocí senážního vozu s řezankou dlouhou 35 a 45 mm. Senáž byla zakryta obdobně jako u předešlé technologie pomocí podkladové průhledné folie a vrchní černou senážní folií, zatěžkána pomocí pytlů u krajů a na ploše pomocí pneumatik. Senážní jáma je umístěna v areálu podniku v obci Buk. Senáž je odbírána stejným prostředkem jako u předešlé technologie, pomocí krmného vozu s frézovacím bubnem. Odebrání vzorku bylo provedeno tedy v době, kdy byla už tato senáž zkrmována, aby šlo odebrat vzorek ihned po odfrézování po celé šířce jámy. Vzorek byl odebrán 13. 10. 2021 ručně, s použitím jednorázových hygienických rukavic stejným způsobem do W na 5 místech na celé šířce stěny senáží jámy. Homogenní vzorek byl vytvořen v kbelíku smícháním všech 5 odběrů a následně odebrání části do pytlíku, který byl následně zavakuován a ještě ten den odvezen do laboratoře ve městě Písek. Po testování byl vyhotovený protokol o kvalitě krmiva (viz obrázek 4.6).

 * Ing. Josef Němec, Písek tel. 608 029 776 SKOT *
 * ### HODNOCENÍ KRMIV č.14593/2021 ### LIST/POČET : 1/1 *
 * ZÁKAZNÍK: 431 NITG AGRÍ s.r.o.České Budějovice DATUM PŘIJETÍ: 13.10.2021 VÝPOČTU: 19.10.2021 *

Krmivo	Kód	Č.an.	Popis krmiva	UP	NEL/suš	Ca:P	K:Na	L:S.
1. Travní siláž konec metání	2738	14593	Travní siláž/Šumavské Hořtice	7.38	0.050	1.9	99.3	95.1
2.								
3.								
4.								

Parametr	Krmivo č.1		Krmivo č.2		Krmivo č.3		Krmivo č.4	
	ve hmotě	v sušině	ve hmotě	v sušině	ve hmotě	v sušině	ve hmotě	v sušině
Původní hmota g/kg	513.30	1000.00						
NL g/kg	62.36	121.48						
SNLs g/kg	30.27	58.96						
Tuk-tab. g/kg	16.43	32.00						
Vláknina g/kg	141.16	274.98						
Popel g/kg	45.63	88.89						
BNVL g/kg	249.33	485.72						
Škrobová hodnota	22.33	43.51						
MEs /BE MJ/kg	4.44/ 9.33							
NEL /NEV MJ/kg	2.56/ 2.40							
FDIA/FDIN/-E g/kg	7.99/ 35.19/ 29.86							
Vápník g/kg	4.10	7.99						
Fosfor g/kg	2.19	4.26						
Sodík g/kg	0.12	0.23						
Draslík g/kg	11.75	22.88						
Hořčík g/kg	1.13	2.20						
proteolýza %	3.08							
Kys.propion. g/kg	0.00							
Škrob g/kg								
LR cukry g/kg								
NO3 g/kg								
Hodnocení NO3 :								
Kys.mléčná g/kg	16.23							
Kys.octová g/kg	10.56							
Kys.máselná g/kg	0.00							
pH	4.88							
Volný amoniak g/kg	0.38 + 1.83g NL							
KVV mg KOH/100g	1281							
Neutral.NaHCO3 g/q	256							
Cena Agrokonz. Kč/T	527							
Hodnocení krmiv		bodů						
Smyslové posouzení	+10+	Op =+10						
Kys.máselná-bodů	+ 5+	Op =+ 5						
Stupeň proteolýzy	(3.1%)	+13+ Op =+13						
Fermentace celkem	I/	=> +28						
Bodů sušina+VL+NL	1+28+16+	Op =+45						
Celkové hodnocení	III/	+ 73						
	MĚNĚ ZDAŘILÁ							
	ZKRMITELNÁ							

Zpracoval (a):
 Pavla Šimandlová

Obrázek 4.6 - Vystavený protokol ze vzorku krmiva zhotoveného pomocí senážních vozů

Třetí odběr zhotovený pomocí technologie sklizně píce lisem na válcové balíky byl provedený 13. 7. 2023. Píce byla nařezána pomocí lisu s teoretickou délkou řezanky 64 mm. Vzorek o váze 1 kg byl odebrán ze všech částí balíků v době krmení a následně smíchán, aby bylo možné určit skutečnou kvalitu krmiva. Opět byl vzorek odebrán pomocí jednorázových gumových rukavic z hygienických důvodů. Konečný vzorek byl umístěn do vakuovacího sáčku a byl následně zavakuován, aby nedošlo ke znehodnocení vzorku. Laboratorní zkoušky provedla opět laboratoř v Písku, kam byl hned v den odběru vzorek odvezen. Na základě výsledků testů byl vyhotovený protokol o kvalitě zkoumaného krmiva (viz obrázek 4.7).

 * Ing. Josef Němec, Písek tel. 608 029 776 SKOT *
 * ### HODNOCENÍ KRMIV ě. /2023 ### LIST/POČET : 1/1 *
 * ZÁKAZNÍK: DATUM PŘIJETÍ: 13. 7.2023 VÝPOČTU: 21. 7.2023 *

Krmivo	Kód	Č.an.	Popis krmiva	UP NEL/suš	Ca:P	K:Na	L.S.
1. Travní siláž konec metání	2708		Travní siláž 1. seč/balik	6.28	0.049	1.0	58.8 93.9
2.							
3.							
4.							

Parametr	Krmivo č.1		Krmivo č.2		Krmivo č.3		Krmivo č.4	
	ve hmotě	v sušině	ve hmotě	v sušině	ve hmotě	v sušině	ve hmotě	v sušině
Původní hmota g/kg	292.60	1000.00						
NL g/kg	45.62	155.90						
SNLs g/kg	21.43	73.24						
Tuk-tab. g/kg	9.36	32.00						
Vláknina g/kg	83.19	284.33						
Popel g/kg	27.59	94.28						
BNVL g/kg	129.45	442.42						
Škrobová hodnota	13.47	46.02						
MEs /BE MJ/kg	2.48/	5.33						
NEL /NEV MJ/kg	1.43/	1.33						
PDIA/PDIN/-E g/kg	5.66/	24.91/	16.71					
Vápník g/kg	1.11	3.80						
Fosfor g/kg	1.08	3.71						
Sodík g/kg	0.14	0.47						
Draslík g/kg	8.05	27.52						
Hořčík g/kg	0.65	2.22						
proteolýza %	12.65							
Kys.propion. g/kg	2.39							
Škrob g/kg								
LR cukry g/kg								
NO3 g/kg								
Hodnocení NO3 :								
Kys.mléčná g/kg	23.22							
Kys.octová g/kg	1.99							
Kys.máselná g/kg	0.00							
pH	4.34							
Volný amoniak g/kg	0.63 + 2.76g	NL						
KVV mg KOH/100g	1290							
Neutral.NaHCO3 g/g	258							
Cena Agrokonz. Kč/T	402							
Hodnocení krmiv		body						
Smyslové posouzení	+ 9+	Op =+ 9						
Kys.máselná-body	+ 5+	Op =+ 5						
Stupeň proteolýzy	(7.1%)+11+	Op =+11						
Fermentace celkem	II/	=> +25						
Body sušina+VL+NL	20+23+20+	Op =+63						
Celkové hodnocení	II/	+ 88						

ZDARILÁ

Zpracoval (a) :
 Pavla Simandlová

Obrázek 4.7 - Vystavený protokol z krmiva zhotoveného pomocí lisu na válcové balíky

V tabulkách 4.8. a 4.9. je vidět porovnání obsahu stopových prvků a kyselin ve vzorcích krmiva. Sklizené pozemky jsou víceméně ve stejné nadmořské výšce a vzdálené maximálně do 1 km. I přesto lze vidět, že hodnoty jsou poměrně dost odlišné. Termín sklizně a odlišnost sklizených rostlin v trvalých travních porostech zapříčiňují rozdíly ve stopových prvcích. Obsahy kyselin a hodnota pH ve vzorcích znamenají kvalitu fermentace. Je očividné, že u všech vzorků byl zjištěn nulový obsah kyseliny máselné, což je dobře. Obsah kyseliny máselné totiž znamená hojný rozvoj klostridií a zdravotní riziko pro dobytek.

Tabulka 4.8 - Stopové prvky obsažené ve vzorcích

Prvky [$\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$]	Samochodná řezačka	senážní vůz	Lis na kulaté balíky
Vápník	4,45	7,99	3,80
Fosfor	2,26	4,26	3,71
Draslík	17,71	22,88	27,52
Sodík	0,17	0,23	0,47
Hořčík	1,64	2,20	2,22
NL	114,96	121,48	155,90
Vláknina	219,02	274,97	284,33

Tabulka 4.9 - Obsah kyselin a pH ve vzorcích

Kyseliny a pH [$\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$]	Samochodná řezačka	senážní vůz	Lis na kulaté balíky
Kyselina mléčná	25,49	16,23	23,22
Kyselina octová	2,84	10,56	1,99
Kyselina máselná	0,00	0,00	0,00
pH	4,19	4,88	4,34

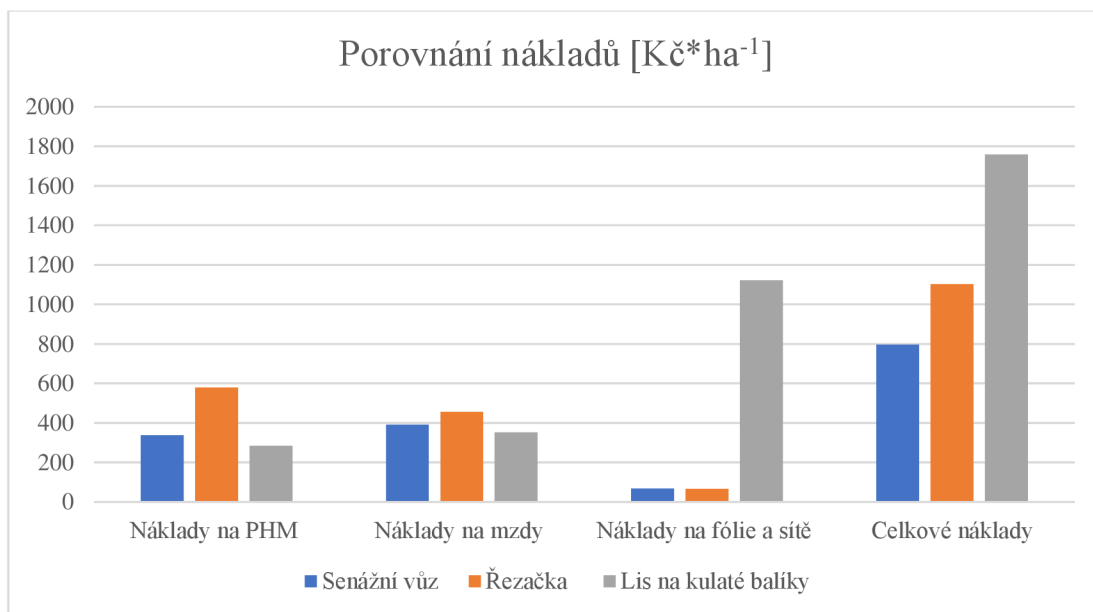
5. Diskuze

Technologie použité v praktické části této diplomové práce jsou zcela odlišné, ale výsledný produkt by měl hodnotami odpovídat kvalitnímu krmivu. Z výsledků vyplývá, že výrazně levnější technologií je sklizeň senážními vozy. Využívá méně pracovní síly, tudíž má nižší náklady na mzdy a využívá pouze senážní vozy, oproti technologii sklizně řezačkou. Senážní vozy spolu se stroji použitými na silážním žlabu měly spotřebu pouze $11 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$, kdy plošná výkonnost je téměř shodná jako u technologie sklizně řezačkou Krone, kde spotřeba stoupla až na $19,3 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$. Výkonnost je téměř stejná, protože u sklizně řezačkou je senáž nafoukaná na vůz a není stlačena. U senážních vozů se pomocí kasače vůz dokáže naplnit a stlačit hmotu, tudíž odveze větší množství hmoty najednou. Pomocí řezačky se rychleji naplní souběžně jedoucí vůz, a tak odveze stejné množství hmoty, ale při větším počtu jízd. Náklady spojené s pohonnými hmotami byly u sklizně senážními vozy $337,5 \text{ Kč} \cdot \text{ha}^{-1}$, kde tedy figurovaly dvě energetické jednotky se senážními vozy a dva stroje na silážním žlabu. Narozdíl od technologie sklizně řezačkou byly náklady $580 \text{ Kč} \cdot \text{ha}^{-1}$, kdy navíc figuruje samohodná řezačka Krone, jenž má velkou spotřebu pohonných hmot. Náklady na mzdy byly $391,7 \text{ Kč} \cdot \text{ha}^{-1}$, kde je vidět rozdíl mezi řezačkou, kdy náklady dosáhly $456,4 \text{ Kč} \cdot \text{ha}^{-1}$. Sklizeň pomocí řezačky byla výrazně náročnější na náklady než senážní vozy, kde je skoro dvojnásobná spotřeba oproti senážním vozům. Stoupnou i náklady na mzdy, protože je potřeba o jednoho pracovníka navíc. Náklady spojené se silážními fóliemi a přikrýváním silážních žlabů byly u senážních vozů $67,4 \text{ Kč} \cdot \text{ha}^{-1}$, u řezačky $65,8 \text{ Kč} \cdot \text{ha}^{-1}$. Tyto náklady byly u technologií téměř identické, jelikož se plnily stejné žlaby a bylo potřeba stejné množství fólií a pracovníků. Z hlediska použití fólií a sítí je nejdražší technologií sklizeň pomocí lisu na válcové balíky. U této technologie byly nižší náklady spojené s pohonnými hmotami $285,5 \text{ Kč} \cdot \text{ha}^{-1}$, kde figurovaly dva stroje, jeden s lisem na válcové balíky a druhý s ovíjecím strojem. Oproti ostatním technologiím je to výrazně levnější, avšak oproti ostatním technologiím neodváží hmotu na jiné místo vzdálené například několik kilometrů, kde je následně hmota zpracována a dusána. Náklady na mzdy u této technologie byly $352,4 \text{ Kč} \cdot \text{ha}^{-1}$, což je podobné jako u technologie sklizně senážními vozy. Nejvýraznější náklady jsou u této technologie spojené se silážními fóliemi a sítěmi. Náklady na sítě byly $204 \text{ Kč} \cdot \text{ha}^{-1}$ a na fólie $917,1 \text{ Kč} \cdot \text{ha}^{-1}$, celkově tedy jen za fólie a sítě vznikly náklady $1121,1 \text{ Kč} \cdot \text{ha}^{-1}$. Oproti ostatním

technologíím je to markantní rozdíl, kdy u senážních vozů a řezačky náklady za fólie dosahují maximálně 67,4 Kč*ha⁻¹. Tyto náklady dělají technologii sklizně lisem na válcové balíky velmi nákladnou v porovnání s ostatními technologiemi. Celkové náklady u lisu byly tedy 1759 Kč*ha⁻¹, oproti samochodné řezačce 1102,2 Kč*ha⁻¹ a senážním vozům 796,7 Kč*ha⁻¹.

V porovnání s technickými normativy Abrham et al. (2007) pro zemědělskou výrobu je například spotřeba pohonných hmot u řezačky rozdílná. Spotřeba pohonných hmot u sklizně byla měřena včetně spotřeby dopravní techniky a techniky pro uskladnění hmoty. Podle normativ je tato spotřeba u samochodné řezačky nad 200 kW 14 l*ha⁻¹, ale v praktické části je celková spotřeba 19,3 l*ha⁻¹. Tudíž po odečtení dopravní techniky a techniky na uskladnění hmoty je tato spotřeba podobná jako dle normativů.

Z výsledků praktické části vyplývá, že prokazatelně nejúspornější technologií pro sklizeň píce je technologie sklizně senážním vozem. Hlavním důvodem je menší počet potřebných pracovníků a strojů pro sklizeň. Tudíž jsou nižší náklady na spotřebu pohonných hmot a náklady na mzdy. Nejdražší technologií tedy byla sklizeň pomocí lisu na válcové balíky, protože tato technologie měla vysoké náklady na síť a silážní fólie (viz obrázek 5.1). Tato technologie je však oblíbená u menších podniků, které nedisponují vysokým počtem dobytka. Pro tyto podniky je stále výhodnější mít vyšší náklady na balíky, než financovat velmi nákladné silážní žlaby.



Obrázek 5.1 - Graf porovnání nákladů u technologií

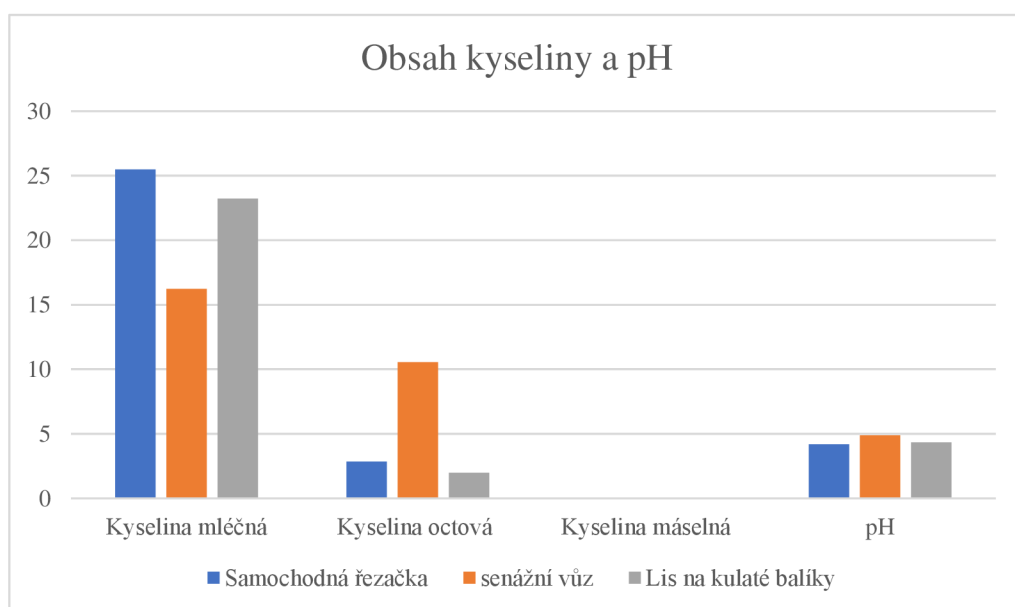
Z hlediska kvality výsledného krmiva jsou také patrné rozdíly v jednotlivých technologiích. Podle vzorku testovaného krmiva jsou hodně podobné hodnoty u všech tří technologií. Rozdíly jsou především v obsahu stopových prvků, obsahu kyseliny mléčné a octové. Poměr těchto kyselin je třeba udržet na hodnotě 3:1 a vyšší ve prospěch kyseliny mléčné, jelikož vyšší hodnoty kyseliny octové zaručují nižší chutnost krmiva a nižší hodnoty kyseliny mléčné znamenají klostridiální kvašení a rozvoj kvasinek. Tento problém je vidět u protokolu ze vzorku krmiva zhotoveného senážními vozy, kde obsah kyseliny mléčné byl 16,23 g*kg⁻¹ a kyseliny octové 10,56 g*kg⁻¹, oproti vzorkům z lisu a řezačky, kde vidíme hodnoty kyseliny mléčné okolo 24 g*kg⁻¹ a kyseliny octové 2 g*kg⁻¹ (viz obrázek 5.2). Tento fakt má velký vliv na horší hodnocení krmiva ze senážních vozů.

Dalším ukazatelem kvality je obsah popelovin ve vzorku. Jedná se o nepotřebné komponenty, které se dostanou do hmoty při sklizni. Jde především o zeminu, nečistoty na sklizených pozemcích apod.

Například vzorky krmiva, které byly hodnoceny v práci od autora Kočí (2011), měly poměrně vyšší obsah popela v krmivu. To může být zapříčiněno vyšším znečištěním sklizených pozemků nebo třeba špatným nastavením shrnovače. V praktické části této diplomové práce byl pro shrnování píce použitý pásový shrnovač Kuhn Merge Max 950, protože dokáže mnohonásobně snížit obsah nečistot v shrnutém řádku. Dalším kritériem hodnocení je obsah dusíkatých látek (NL) ve vzorku. Vaněk (2016) uvedl ve své práci obsah dusíkatých látek v senáži v roce

2014 až 14,2 %. Vyšší obsah dusíkatých látek v praktické části této práce byl zaznamenán jen u vzorku z lisu na kulaté balíky, kdy se dosáhlo hodnoty 15,6 %. U ostatních technologií byly hodnoty 11,5 % u vzorku ze samochodné řezačky a 12,4 % u vzorku ze senážního vozu. Může to znamenat horší kvalitu píce na trvalých travních porostech, které byly zaznamenány v této práci a odlišně povětrnostní podmínky při sklizni. Vlákna je další kritérium pro hodnocení senáže, kdy ve výsledcích z laboratorních testů v praktické části máme obsahy u senážního vozu a lisu na válcové balíky okolo 28 % a u samochodné řezačky pouze 22 %.

Kocábek (2012) ve své práci uvedl obsah vlákniny ve vzorku senáže 27,7 %, kdy obsah vlákniny je dán termínem sklizně píce. Pozdější termín sklizně představuje vyšší obsah vlákniny spolu se sníženou stravitelností organické hmoty.

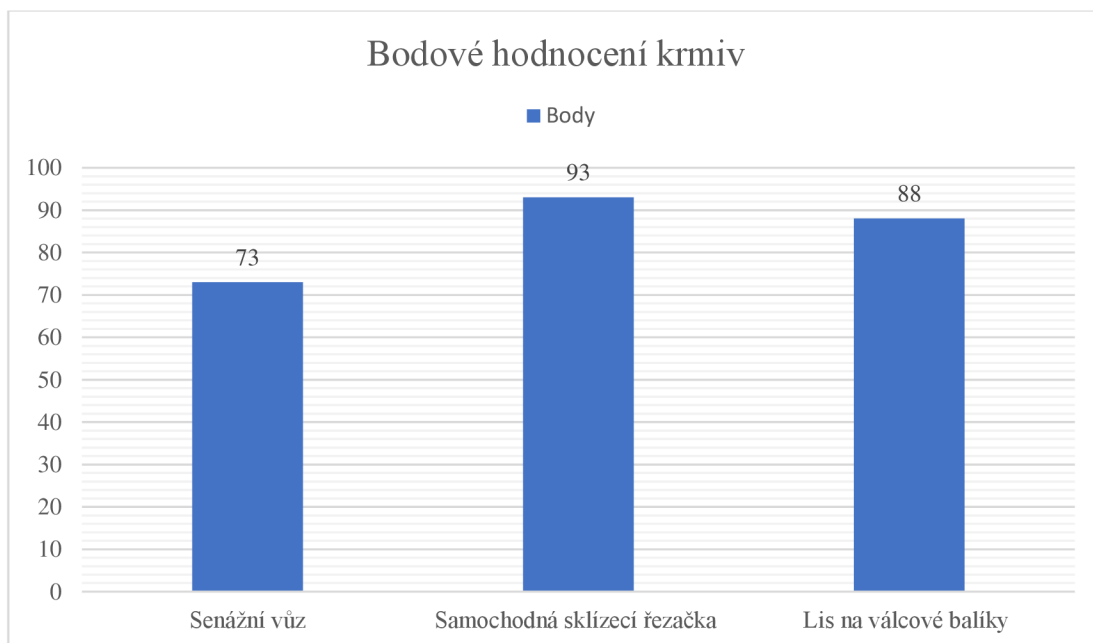


Obrázek 5.2 - Graf s obsahem kyselin ve vzorcích

Sušina u senážního vozu byla oproti ostatním technologiím o něco vyšší, protože každá technologie se potýkala s odlišnými povětrnostními podmínkami. Z hlediska obsahu stopových prvků je na tom dokonce o trochu lépe krmivo ze senážních vozů, ale to může být zapříčiněno rozdílnými termíny sklizně. Naskladněné, a už výsledné krmivo z technologie sklizně senážními vozy je však kvůli delší řezné délce píce hůře stlačitelné, vzniká tak degradace vrchních a krajních částí krmiva v silážním žlabu. Docházelo zde ke zhoršení fermentace a ke vzniku plísní. Důvodem bylo narušení anaerobního prostředí, protože vzduch není dostatečně vytlačen ze stlačené hmoty. Degradované a plísní napadené krmivo se vždy muselo separovat od krmiva, které se

používalo ke krmení hospodářských zvířat. Dochází tak k velkým ztrátám použitelného krmiva a k možné kontaminaci použitého krmiva, protože nelze stoprocentně oddělit zhoršené krmivo a použitelné krmivo. Oproti tomu krmivo zhotovené pomocí samochodné řezačky bylo zkrmitelné včetně vrchních i krajních vrstev. Řezačka dokáže řezat kratší řezanku, a tudíž se hmota lépe dusá a vytlačuje vzduch, tím lépe probíhá proces fermentace, protože prostředí je zcela anaerobní. Nedochází tak k degradaci vrchních či krajních částí a nedochází ke ztrátám použitelného krmiva. U válcových balíků závisí především na dostatečném slisování balíku a na správném zabalení do silážní fólie. Je velmi důležité, aby fólie měla aspoň 4 vrstvy, proto byl balík zabalen 24 otáčkami na ovinovacím stroji. Balík je třeba umístit na bezpečném místě, aby nedošlo k protržení silážní fólie a narušení anaerobního prostředí.

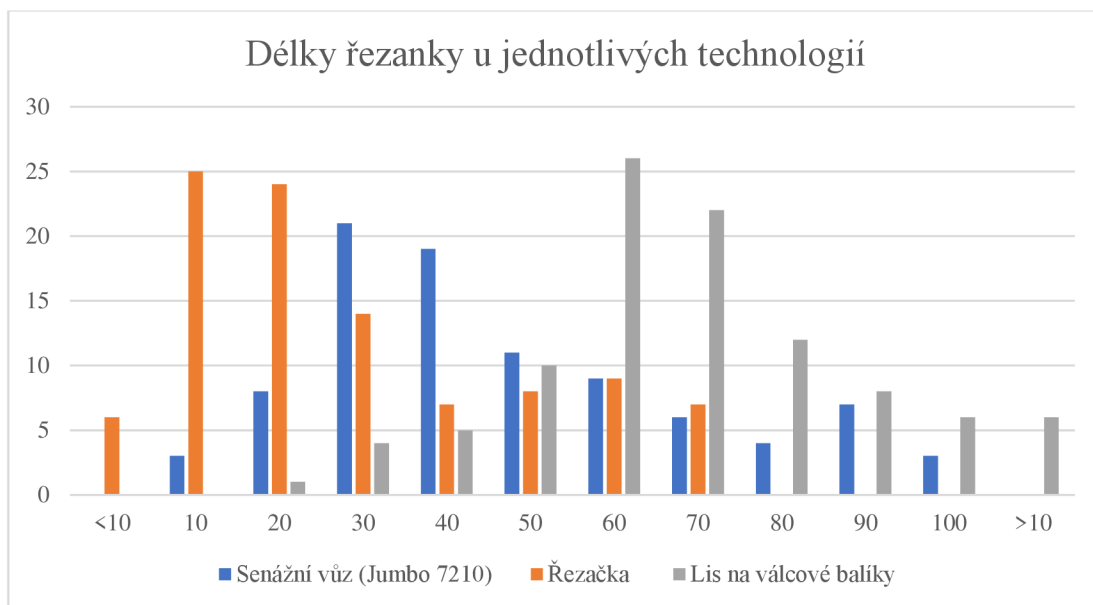
Z výsledků laboratorních testů vyplývá, že nejkvalitnější byla technologie sklizně pomocí samochodné řezačky Krone. Krátká řezanka, kterou je schopna řezačka vytvořit, je velice rozhodující faktor v kvalitě krmiva. Navezená hmota s krátkou délkou se lépe dusá, tudíž se snadněji vytlačuje přebytečný kyslík. Laboratoř provádí bodové hodnocení, kde se hodnotí fermentace, sušina, smyslové posouzení, kyselina máselná, vláknina a dusíkaté látky. Nejvíce bodů tedy dostal vzorek ze samochodné řezačky a nejhůře vzorek se senážního vozu (viz obrázek 5.3).



Obrázek 5.3 - Odborníkem provedené hodnocení testovaných vzorků

Součástí práce bylo také měření délky skutečné řezanky při sklizni. Použité stroje mají zcela odlišnou teoretickou délku řezanky, kdy u senážních vozů je to 34 mm (Jumbo 7210) a 45 mm (Europrofi 5000 L), u řezačky byla nastavena délka na 15 mm a lis na válcové balíky 64 mm. Délku řezanky mohou ovlivnit různé faktory, jakými jsou vlhkost píce, povětrnostní podmínky, druh píce a správná funkce řezacího ústrojí. Bylo odebráno 100 g nařezané hmoty z každého stroje a následně všechny části naměřeny a zváženy (viz obrázek 5.4).

Holický (2011) ve své práci provedl měření skutečné délky řezanky a porovnal ji s teoretickou řezankou použitého stroje. Použitý stroj byl senážní vůz Pöttinger Jumbo 7200, téměř shodný vůz použitý v praktické části této diplomové práce. Podle měření měly největší zastoupení délky 30 mm (25 %) a 40 mm (20,7 %). V porovnání s výsledky měření délky řezanky v této práci je vidět nepatrný rozdíl, kdy zastoupení 30 mm dlouhých částic bylo 21 % a 40 mm částic pouze 19 %. Příčinou rozdílu může být kvalita řezných nožů, druh píce, množství píce a vlhkost sklizené píce.



Obrázek 5.4 - Graf porovnání délek řezanky

Závěr

Technologie pro sklizeň píce, které byly zkoumané v praktické části této diplomové práce jsou zcela rozdílné. Každá technologie potřebuje pro chod odlišný počet pracovníků a počet strojů. U technologie sklizení píce pomocí řezačky je to i se skladováním píce 5 pracovníků, u technologie sklizení pomocí senážních vozů 4 pracovníky a u technologie sklizení lisem na válcové balíky pouze dva pracovníky. Jsou použité stroje, které mají odlišnou spotřebu a energetickou zátěž. Velkým rozdílem je způsob skladování píce, kdy u řezačky a senážních vozů byl použitý stejný způsob skladování píce, ale u lisu se skladují pícniny ve válcových balících. Z toho vyplývají také rozdílné náklady pro sklizeň a uskladnění píce.

Nejdražší technologií byla technologie sklizení lisem do válcových balíků. Náklady na pohonné hmoty a mzdy byly nejnižší ze všech technologií, avšak náklady spojené s uskladněním píce byly mnohonásobně vyšší. Toto je způsobeno spotřebou velkého množství silážní fólie a sítí, protože jeden balík projde 2,5 otáčkami v lisu a 24 otáčkami na ovíjecím stroji. Oproti tomu uskladnění píce v silážním žlabu je mnohem rychlejší a levnější způsob, jelikož se uskladní obrovské množství píce a zakryje se poměrně malým množstvím fólie.

Část výsledků této práce jsou použitelné pro podnik, kde byla zpracována praktická část diplomové práce. Podnik dříve využíval technologii sklizení senážními vozy, ale poslední dva roky používá technologii sklizení samohodnou řezačkou. Zlepšení bylo vidět ihned po nástupu na novou technologii, kdy se zvedla kvalita krmiva a docházelo tak ke zkrmení téměř celého množství naskladněného krmiva. Testy ze silážních žlabů byly výborné a zvedla se i doživost u skotu.

Seznam použité literatury

Abrham, Z. et al. (2007). *Technické a technologické normativy pro zemědělskou výrobu*. VÚZE Praha. ISBN 978-80-86884-26-4. [on line] [cit. 16.03.2024]. Dostupné z: <http://www.vuzt.cz/publikace/2007/083.pdf>

Bhandari, S. et al. (2007). *Effects of chop length of alfalfa and corn silage on milk production and rumen fermentation of Dairy cows*. *Journal of Dairy Science*. 90/5, pp. 2355-2366. [on line] [cit. 17. 8. 2023]. Dostupné z: [Effects of Chop Length of Alfalfa and Corn Silage on Milk Production and Rumen Fermentation of Dairy Cows - ScienceDirect](#)

Collins, M. et al. (2018). *Forages an Introduction to Grassland Agriculture, vol. I*. ISBN 978-11-19300-66-3. [on line] [cit. 17. 8. 2023]. Dostupné z: [Forages, Volume 1: An Introduction to Grassland Agriculture - Google Books](#)

Holický, J. (2011). *Porovnání sběracího vozu Jumbo od firmy Pöttinger a sklízecí řezačky od firmy Class při sklizni senáže*. Bakalářská práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta. [on line] [cit. 16.03.2024]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/t9ehqh/1272169>

Hopkins, A., et al. (2008). *Biodiversity and animal feed*. SLU, Uppsala, vol. 13. ISBN 978-91-85911-47-9. [on line] [cit. 17. 8. 2023]. Dostupné z: [Nutritive-value-in-leaves-and-stems-of-lucerne-with-advanced-maturity-and-a-comparison-of-methods-for-determination-of-lignin-content.pdf \(researchgate.net\)](#)

Hubálek, V. (2020). *Technologie silážování a senážování do kulatých balíků*. [on line] Agroportal24 [cit. 19. 8. 2023]. Dostupné z: [Technologie senážování a silážování lisováním do kulatých balíků | Agroportal24h.cz](#)

Hubálek, V. a Houdek, I. (2020). *Péče o techniku pře sezónou a vše o sečení pícnin*. [on line], Agroportal24 [cit. 19. 8. 2023]. Dostupné z: [Péče o techniku před sezónou a vše o sečení pícnin | Agroportal24h.cz](#)

Jedlička, M. (2019). *Lis Lely Welger*. [on line] Agroportal [cit. 16. 8. 2023]. Dostupné z: [Lis Lely Welger přesvědčil svou kvalitou, a tak si pořídil další těžé značky | Agroportal24h.cz](https://agroportal24h.cz)

Kenneth, J. M. et al. (2020). *Forages – volume II*. John Wiley and Sons, Hoboken. ISBN 978-11-19436-57-7. Dostupné z: https://books.google.cz/books?hl=en&lr=&id=RjXnDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR13&dq=Forages+%E2%80%93+volume+II&ots=wk5Ue_ik5w&sig=u3C7tKkkaOGH Hm6VNDuWYZqrbPg&redir_esc=y#v=onepage&q=Forages%20%E2%80%93%20volume%20II&f=false

Kocábek, J. (2012). *Porovnání sběracích lisů CLAAS ROLLANT 46 SILAGE a LELY WELGER RP 245 při sklizni píce a slámy*. Bakalářská práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta. [on line] [cit. 16.03.2024]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/h93cjpg/1790789>

Kočí, M. (2011). *Porovnání sběracích lisů při sklizni píce*. Bakalářská práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta. [on line] [cit. 10.03.2024]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/hw73nn/1262446>

Krone – agriculture.com. (2023). *Big pack – large square baler*. [online] [cit. 19. 8. 2023]. Dostupné z: [BiG Pack | Big Balers | Agricultural Machinery | KRONE UK \(krone-uk.com\)](https://www.krone-uk.com)

Krone-agriculture.com (2023). *Diskové žací stroje*. [on line] [cit. 16. 8. 2023]. Dostupné z: - [ActiveMow R \(krone-agriculture.com\)](https://www.krone-agriculture.com)

Krone-agriculture.com (2023). *Samojízdná sklízecí řezačka*. [on line] [cit. 21. 8. 2023]. Dostupné z: - [BiG X 480 · 530 · 580 · 630 \(krone-agriculture.com\)](https://www.krone-agriculture.com)

Kuhn.com. (2023). *Merge maxx 760 -950*. [on line] [cit. 15. 8. 2023]. Dostupné z: [Belt mergers MERGE MAXX 760-950-1090 | KUHN](https://www.kuhn.com)

Mašek, J. a Novák, P. (2011). *Technologie sklizně a konzervace krmiv*. [on line], Zemědělec [cit. 21. 8. 2023]. Dostupné z: [Technologie sklizně a konzervace krmiv | Zemedelec.cz – zpravodajství ze všech oborů zemědělství](#)

Muck, R. et al. (2018). *Silage review: Recent advances and future uses of silage additives*. *Journal of Dairy Science*, 101/5, p. 3980-4000. [on line] [cit. 17. 8. 2023]. Dostupné z: [Silage review: Recent advances and future uses of silage additives - ScienceDirect](#)

Müller, E. C. (2007). *Wrapped forages for horses*. Swedish University of Agriculture Sciences, Uppsala. ISBN 978-91-576-7343-5

Nadeau, E. et al. (2013). *Quality of baled grass-clover silage as affected by additives and harvest method*. *Advances in forage conservation to improve quality 22nd International Grassland Congress*. p. 744 -745. [on line] [cit. 19. 8. 2023]. Dostupné z: [Quality of Baled Grass-Clover Silage as Affected by Additives and Harvest Methods \(uky.edu\)](#)

Otrubová, M. (2023). *Zásady výroby senáže*. [on line] Agropress [cit. 19. 8. 2023]. Dostupné z: <https://www.agropress.cz/zasady-vyroby-senaze>

Pöllinger, A. (2014). *Comparison of different hay drying techniques*. [on line], raumberg-gumpenstein.at [cit. 19. 8. 2023]. Dostupné z: [Microsoft Word – V36_PoellingerReschHuber_Heutrocknung_AlvaTagg_2014_englisch_fertig \)](#)

Pöttinger.at (2023a). *Dvourotorový shrnovač TOP se stranovým odkládáním*. [on line] [cit. 16. 8. 2023]. Dostupné z: [Ranghinatore TOP a 2 giranti con deposito laterale dell'andana con carrello di trasporto | PÖTTINGER Česká republika \(poettinger.at\)](#)

Pöttinger.at (2023b). *Hit nesené obraceče*. [on line] [cit. 16. 8. 2023]. Dostupné z: [HIT Nesené obraceče | PÖTTINGER Česká republika \(poettinger.at\)](#)

Pöttinger.at (2023c). *JUMBO 8000 Víceúčelové vozy s válcovým vkládáním*. [on line] [cit. 16. 08. 2023]. Dostupné z: [JUMBO 8000 Víceúčelové vozy s válcovým vkládacím ústrojím | PÖTTINGER Česká republika \(poettinger.at\)](https://www.pottinger.cz/jumbo-8000-viceucelove-vozy-s-valcovym-vkladacim-ustrojim)

Rada, V. (2009). *Siláž a zdraví zvířat*. Výzkumný ústav živočišné výroby, Praha. [on line] [cit. 5. 2. 2024]. Dostupné z: <https://vuzv.cz/wp-content/uploads/2018/03/Sil%C3%A1%C5%BE-Rada-2009.pdf>

Silazovani.cz. (2023). *Uzavírání vaků*. [on line] [cit. 18. 8. 2023]. Dostupné z: [Uzavírání vaků - eurobagging.com \(silazovani.cz\)](https://www.eurobagging.com/silazovani.cz)

Souček, J. (2013). *Sklizecí řezačky jsou nepostradatelné*. [on line], Zemědělec.cz [cit. 21. 8. 2023]. Dostupné z: <https://zemedelec.cz/sklizeci-rezacky-jsou-nepostradatelne/>

Tripathi, H., et al. (1995). *Forage conservation, storage and feeding*. [on line] library.wur.nl [cit. 18. 8. 2023]. Dostupné z: - [333855 \(wur.nl\)](https://library.wur.nl/333855)

Tyrolová, Y. a Výborná, A. (2010). *Konzervanty v silážích*. Výzkumný ústav živočišné výroby, Praha. ISBN 972-80-7403-071-0. [on line] [cit. 15. 11. 2023]. Dostupné z: <https://vuzv.cz/wp-content/uploads/2018/11/10208.pdf>

Vaněk, M. (2016). *Vliv kvality a zpracování siláží na mléčnou užitkovost dojníc*. Diplomová práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta. [on line] [cit. 16.03.2024]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/7hkbdp/18397623>

Zemedelske-potreby.cz (2015). *Co je senáž*. [on line] [cit. 18. 08. 2023]. Dostupné z: [Co je to senáž? Co je Ph? Co je DM? Rozdíl mezi siláží a senáží | Zemědělské potřeby M+S s.r.o. \(zemedelske-potreby.cz\)](https://www.zemedelske-potreby.cz/co-je-senaz-co-je-ph-co-je-dm-rozdil-mezí-siláží-a-senáží)

Seznam obrázků

Obrázek 1.1 - Nůž na diskovém žacím stroji	9
Obrázek 1.2 - Diskový žací stroj Krone se šnekovým shozem do řádku.....	10
Obrázek 1.3 - Obraceč Pöttinger.....	12
Obrázek 1.4 - Rotorový shrnovač Pöttinger.....	13
Obrázek 1.5 - Pásový shrnovač Kuhn	14
Obrázek 1.6 - Víceúčelový senážní vůz Pöttinger	15
Obrázek 1.7 - Sklizení píce pomocí samohodné řezačky Krone.....	16
Obrázek 1.8 - Lis na kulaté balíky Krone Fortima 1250.....	17
Obrázek 1.9 - Skladování píce ve vaku.....	20
Obrázek 1.10 - Rozhrnování píce na senážní jámě pomocí manipulátoru JCB.....	21
Obrázek 1.11 - Přikrytá silážní jáma.....	22
Obrázek 1.12 - Skladování píce v balících.....	23
Obrázek 3.1 - Metoda výběru míst pro odebrání vzorku	29
Obrázek 4.1 - Naměřená řezanka ze senážního vozu.....	36
Obrázek 4.2 - Nařezaná píce ze senážního vozu.....	36
Obrázek 4.3 - Naměřená řezanka ze samohodné řezačky Krone	37
Obrázek 4.4 - Nařezaná píce ze samohodné řezačky Krone	37
Obrázek 4.5 - Vystavený protokol ze vzorku krmiva zhotoveného pomocí řezačky	42
Obrázek 4.6 - Vystavený protokol ze vzorku krmiva zhotoveného pomocí senážních vozů	44
Obrázek 4.7 - Vystavený protokol z krmiva zhotoveného pomocí lisu na válcové balíky	46
Obrázek 5.1 - Graf porovnání nákladů u technologií.....	50
Obrázek 5.2 - Graf s obsahem kyselin ve vzorcích.....	51
Obrázek 5.3 - Odborníkem provedené hodnocení testovaných vzorků	53
Obrázek 5.4 - Graf porovnání délek řezanky	54

Seznam tabulek

Tabulka 4.1 - Náklady a spotřeba PHM při technologii sklizně senážním vozem	33
Tabulka 4.2 - Náklady a spotřeba PHM při sklizni samochodnou řezačkou	34
Tabulka 4.3 - Náklady a spotřeba PHM při technologii sklizně lisem na válcové balíky	35
Tabulka 4.4 - Naměřené délky řezanky u senážního vozu Pöttinger Jumbo 7210	38
Tabulka 4.5 - Naměřené délky řezanky u senážního vozu Pöttinger Europrofi 5000 l	39
Tabulka 4.6 - Naměřené délky řezanky u sklízecí řezačky Krone Big X 700	40
Tabulka 4.7 - Naměřené délky řezanky u lisu Krone Fortima F 1250.....	41
Tabulka 4.8 - Stopové prvky obsažené ve vzorcích.....	47
Tabulka 4.9 - Obsah kyselin a pH ve vzorcích	47