

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Současné způsoby konzervace pícein

Bakalářská práce

Václav Srb

**Zemědělství a rozvoj venkova
Faremní hospodaření**

doc. Ing. Boris Hučko, CSc.

© 2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Současné způsoby konzervace píce" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 20.4.2023

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval svému vedoucímu doc. Ing. Borisi Hučkovi, CSc. Za odborné vedení a rady při psaní mé bakalářské práce.

Současné způsoby konzervace pícnin

Souhrn

Tato práce se zabývá způsoby konzervace pícnin doplněné o současné vědecké poznatky a vývoj technologií využívaných k produkci objemných krmiv. Úvodní část je zaměřená na konzervační proces, který je popsán pomocí metabolických procesů mikroorganismů účastnících se procesu konzervace. Jsou zde popsány metabolické pochody jak žádoucí mikroflóry, do které patří bakterie mléčného kvašení, tak nežádoucí mikroflóry, do které patří zejména plísně, kvasinky a klostridie. Popsán je vznik fermentačních kyselin a jejich účinek na epifytní mikroflóru.

Dále se práce zabývá odlišnostmi v konzervaci jednotlivých pícních druhů. Zmíněna je hlavně optimální fáze zralosti vhodná pro sklizeň, délka řezanky a faktory které ji ovlivňují. Je rovněž popsán vliv sušiny rostlinné hmoty na fermentační proces u jednotlivých pícnin a případné použití vhodného silážního aditiva. V práci je popsán proces sušení a vhodné úpravy pokosu pícnin pro zajištění rovnoměrného a rychlého zavádání. Silážní přípravky jsou nedílnou součástí výroby konzervovaných krmiv. V práci jsou popsány jednotlivé typy silážních aditiv a jejich účinek na proces fermentace.

Práce je dále zaměřena na používání skladovacích prostor. Určité typy silážních prostor jsou více prosazovány, a naopak některé jsou na ústupu. Technologie uskladnění sena je rovněž zahrnuta. V poslední části je zmíněna kontrola kvality objemných krmiv a současné analýzy využívané jak v laboratoři, tak v terénu.

Pro literární rešerši byly využity české i zahraniční publikace, které se zabývají technologií konzervace objemných krmiv a věcí spojené s touto problematikou.

Klíčová slova: Pícniny, konzervace, skladování krmiv, konzervační přípravky, kvalita krmiv

Current methods of fodder conservation

Summary

This thesis deals with the methods of forage preservation supplemented by current scientific knowledge and the development of technologies used for the production of roughage. The introductory part focuses on the preservation process, which is described by the metabolic processes of the microorganisms involved in the preservation process. The metabolic processes of both desirable microflora, which include lactic acid bacteria, and undesirable microflora, which include mainly moulds, yeasts and clostridia, are described. The formation of fermentation acids and their effect on the epiphytic microflora is described.

Furthermore, the thesis deals with differences in the preservation of different forage species. In particular, the optimum stage of maturity suitable for harvesting, the length of the cut and the factors influencing it are mentioned. The influence of the dry matter of the plant matter on the fermentation process of individual forage species and the possible use of a suitable silage additive are also described. The drying process and appropriate forage cutting treatments to ensure uniform and rapid establishment are described. Silage additives are an integral part of the production of preserved feeds. The different types of silage additives and their effect on the fermentation process are described.

The work also focuses on the use of storage facilities. Certain types of silage storage facilities are more widely used, while others are on the decline. Storage technology of hay is also described. In the last section, quality control of roughages and current analyses used both in the laboratory and in the field are discussed.

For the literature search, Czech and foreign publications dealing with the technology of preservation of roughages and matters related to this issue were used.

Keywords: Forage, conservation, feed storage, conservation additives, feed quality

Obsah

1	Úvod	8
2	Cíl práce	9
3	Literární řešerše	10
3.1	Způsoby konzervace pícein	10
3.1.1	Konzervace silážováním.....	10
3.1.1.1	Mikroflóra siláže	10
3.1.1.2	Konzervační proces	12
3.1.2	Konzervace sušením	14
3.2	Odlíšnosti v konzervaci různých druhů pícein	16
3.2.1	Siláž	16
3.2.1.1	Snadno silážovatelné píceiny	17
3.2.1.2	Obtížně silážovatelné píceiny.....	21
3.2.1.3	Těžce silážovatelné píceiny.....	28
3.2.1.4	Porovnání nutričních charakteristik siláží	31
3.2.2	Seno	31
3.2.2.1	Travní porosty	33
3.2.2.2	Vojtěška setá (<i>Medicago sativa</i> Linnaeus).....	34
3.3	Silážní aditiva	35
3.3.1	Biologická aditiva.....	36
3.3.2	Chemická aditiva	37
3.3.3	Kombinovaná aditiva	37
3.4	Skladovací prostory	38
3.4.1	Siláž	38
3.4.1.1	Silážní žlaby	38
3.4.1.2	Silážní vaky	39
3.4.1.3	Lisovaná siláž	40
3.4.1.4	Silážní věže.....	40
3.4.2	Seno	41
3.4.2.1	Volně ložené seno	41
3.4.2.2	Lisované seno	41
3.5	Hodnocení kvality	42
3.5.1	Siláž	42
3.5.2	Seno	43
4	Závěr	45

5	Literatura.....	46
6	Seznam použitých zkratek a symbolů	54

1 Úvod

Úspěšná konzervace objemných krmiv je jedním z hlavních cílů živočišné výroby. Se zvyšujícími požadavky na užitkovost zvířat je snaha vyrobit kvalitní objemné krmivo, které zajistí stabilní krmnou dávku. Důraz je kladen na nutriční hodnotu objemného krmiva a jeho zdravotní nezávadnost. Kvalitní objemné krmivo umožní nižší spotřebu jaderného krmiva a sníží tak náklady na krmnou dávku v chovu. Při výrobě objemných krmiv je třeba dbát pravidel a doporučení, které zajistí vytvoření stabilního objemného krmiva s vysokou nutriční hodnotou.

Při sklizni je třeba ke každému pícnímu druhu přistupovat individuálně. Jednotlivé druhy pícnin mají odlišné nároky na stanoviště, agrotechniku a sklizeň. Živinové složení je velice rozmanité a je nutné pícninu sklízet v optimálním vegetačním stádiu, kdy poskytuje dobrý výnos a zároveň optimální poměr živin a stravitelnosti. Každá pícnina vyžaduje jiný přístup při sklizni, úpravu pokosené hmoty, délku zavadání a velikost řezanky. Moderní technologie v zemědělství umožní úpravu píce, která vede k vysoké stravitelnosti hmoty a dobré využitelnosti živin.

U některých pícnin je při sklizni vhodné použít silážní aditivum. Přípravků do siláží je celá řada a trh je každým rokem obohacován o nové přípravky zajišťující kvalitní průběh fermentace a bez větší ztráty živin. Použití silážního aditiva se odvíjí od druhu pícniny a vegetační fáze. Stěžejní je zejména obsah sušiny, nebo například management odběru siláže při zkrmování.

Pro uskladnění objemných krmiv je využíváno hned několik technologií. Každá technologie má své výhody a negativa. Vhodný typ uskladnění je zvolen na základě spotřeby krmiva podnikem, ekonomiky nebo například dostupnosti pracovní síly. Od některých typů uskladnění je v dnešní době ustupováno a jsou nahrazeny levnějšími technologiemi, které jsou šetrnější k životnímu prostředí a neprodukují tolik odpadu.

Posledním cílem úspěšné konzervace pícnin je hodnocení krmiv z nutričního a zdravotního hlediska. Hodnoty živin a stravitelnost slouží především pro výpočet přídatku píce do krmné dávky. Ze zdravotního hlediska je nutné kontrolovat přítomnost plísní a kvasinek, jež by mohli hospodářským zvířatům působit různé metabolické potíže.

2 Cíl práce

Cílem práce budou popsány možnosti konzervace pícnin na podkladě studia vědecké literatury zahraniční i naší.

3 Literární rešerše

3.1 Způsoby konzervace píce

Metody konzervace píce se od sebe navzájem odlišují formou konzervačního procesu, podílem sušiny konzervované píce a strukturou píce při probíhajícím zpracování. Konzervační procesy krmiv vyžadují také různé technologické požadavky na zpracování a skladování. Každý proces vyžaduje jinou energetickou náročnost, aby došlo k úspěšnému zakonzervování krmiva. Základní podmínkou úspěšné konzervace je potlačení vlastních biochemických a enzymatických procesů probíhajících v rostlině a epifytní mikroflóre (Doležal 2012).

Utlumení nežádoucích biochemických reakcí nastane například při odpaření vegetační vody, která zajišťuje podmínky pro rozvoj a činnost mikroorganismů, tento proces se nazývá dehydratace. Silážování je další proces využívaný ke konzervaci. Principem tohoto procesu je rychlé nastolení anaerobních podmínek za současného snížení pH. Při tomto procesu je využito rozkladu rostlinných sacharidů a vzniku organických kyselin. Vytvoření anaerobních podmínek s nízkým pH zastavuje respiraci rostlin a snižuje proteolýzu bílkovin (Doležal 2012).

3.1.1 Konzervace silážováním

Silážování je proces konzervace píce, při kterém se využívá rychlého okyselení, za současného vytvoření anaerobních podmínek. Okyselení je zapříčiněno přítomností organických kyselin, které vznikly fermentací z rostlinných sacharidů (Doležal 2012). Organické kyseliny jsou produktem metabolismu mikroorganismů, které využívají jako živiny vodorozpustné rostlinné sacharidy (Ježková 2018).

3.1.1.1 Mikroflóra siláže

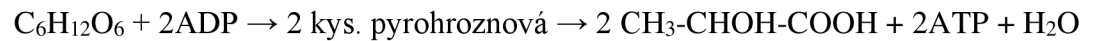
Epifytní mikroflóra neboli mikroorganismy obývající povrch rostlin je tvořena širokým spektrem druhů. Z pohledu produkce kvalitních siláží je tato mikroflóra rozdělována na žádoucí a nežádoucí. Přítomnost a rozmanitost epifytních mikroorganismů je velice různorodá a podrobná skladba epifytní mikroflóry je zjištěna pouze laboratorním vyšetřením sklizené hmoty (Rada & Vlčková 2010). Žádanou skupinou jsou bakterie mléčného kvašení. Mléčné bakterie jsou skupinou anaerobních organismů, pro jejichž rozvoj je stěžejní prostředí bez přístupu kyslíku (Doležal 2012).

Bakterie mléčného kvašení (BMK) zajišťují svým metabolismem ideální průběh fermentace. Pro průběh fermentace siláže jsou významné především tři skupiny BMK.

- Obligátně homofermentativní bakterie mléčného kvašení
- Fakultativně heterofermentativní bakterie mléčného kvašení
- Obligátně heterofermentativní bakterie mléčného kvašení

Obligátně homofermentativní BMK jsou žádoucí skupinou mikroorganismů při fermentačním procesu. Jako zdroj energie využívají jednoduché vodorozpustné sacharidy glukosu a fruktosu. Jedna molekula sacharidu je bakteriemi metabolizována na dvě molekuly

kyseliny mléčné a energii uloženou do dvou molekul adenosintrifosfátu (ATP) (Rada & Vlková 2010).

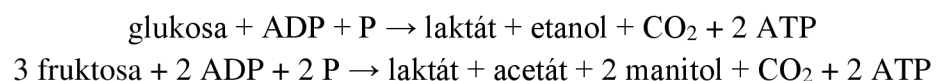


Jak vyplývá z rovnice tato metabolická dráha je pro konzervaci výhodná z hlediska produkce kyseliny mléčné, která je silnou kyselinou a účinně snižuje pH silážované hmoty, zároveň u této reakce nedochází ke ztrátám uhlíku (Doležal 2012). Kyselina mléčná má 10-12krát větší okyselovací schopnost než ostatní kyseliny produkované při fermentačním procesu (Soundharrajan et al. 2019).

Mezi významné homofermentativní bakterie, jež se účastní fermentačního procesu jsou řazeny zejména druhy *Lactobacillus acidophilus*, *Pediococcus damnosus* a *Lactococcus lactis* (Rada & Vlková 2010).

Další žádoucí skupinou jsou fakultativně heterofermentativní BMK, které fermentují hexosy jako je glukosa a fruktosa. Avšak na rozdíl od obligátně homofermentativních BMK mají schopnost fermentovat také pentosy jako je xylosa a arabinosa. Metabolickými produkty těchto bakterií je kyselina mléčná, kyselina octová a někdy etanol. Kyselina mléčná vzniká metabolickou přeměnou hexóz, kyselina octová a ethanol při metabolismu pentóz. Pro fermentační proces siláží jsou významné druhy jako *Lactobacillus plantarum* a *Lactobacillus casei*, méně významnými druhy z důvodu nižší acidorezistence jsou pak druhy *Pediococcus acidilactici* a *Pediococcus pentosaceus*.

Posledními žádoucími mikroorganismy v siláži jsou obligátně heterofermentativní BMK. Mezi tyto bakterie jsou řazeny především druhy *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus buchneri* a *Leuconostoc mesenteroides*. V siláži jsou žádány z hlediska produkce kyseliny octové, jinak je jejich vliv spíše negativní. Při metabolické přeměně glukosy a fruktosy těmito bakteriemi vznikají ztráty uhlíku v podobě oxidu uhličitého, jak vyplývá z rovnic:



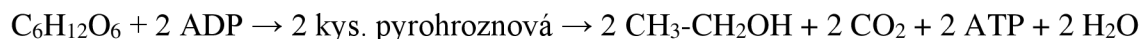
Z důvodu ztrát uhlíku a menší produkci kyselin jsou tyto bakterie méně žádoucí ve fermentačním procesu. V posledních letech je však kladen důraz na přítomnost kyseliny octové v siláži, neboť zajišťuje dobrou aerobní stabilitu po otevření sila, proto je v silážních inokulantech používán také *Lactobacillus buchneri* (Rada & Vlková 2010).

Bakterie mléčného kvašení produkují sekundární metabolity, které působí antibakteriálně a antifugálně proti zvířecím patogenům. Těmito metabolity jsou hlavně peroxid vodíku (H₂O₂), oxid uhličitý (CO₂), diacetyl a různé bakteriociny, které působí smrtelně proti ostatním bakteriím (Soundharrajan et al. 2019).

Mezi nežádoucí skupiny mikroorganismů jsou řazeny enterobakterie, kvasinky, klostridie a plísně (Novotný 2022). Tyto mikroorganismy snižují obsah živin využitelných při zkrmování konzervované píce. Metabolity nežádoucích mikroorganismů mnohdy představují zdravotní riziko pro hospodářská zvířata a snižují kvalitu jejich produktů.

Jedním z mnoha produktů nežádoucího kvašení je ethanol, který je produktem metabolismu zejména kvasinek. Kvasinky jsou klasifikovány jako fakultativně anaerobní mikroorganismy a při výrobě siláží jsou významné rody *Candida*, *Hansenula*, *Saccharomyces*

a *Torulopsis* (Rada & Vlková 2010). Činností kvasinek vzniká za anaerobních podmínek v siláži alkoholové kvašení.



Jak vyplývá z rovnice kvasinky využívají jako zdroj energie glukosu, ze které metabolizují ethanol, oxid uhličitý a energii uloženou do molekuly adenosin trifosfátu (ATP) (Doležal 2012). Tato reakce je nežádoucí, neboť při ní vzniká ztráta uhlíku a zároveň nevzniká kyselina jež by napomohla konzervačnímu procesu. Některé rody kvasinek jako je například rod *Candida* mají schopnost sekundárně fermentovat také kyselinu mléčnou. Tato metabolická reakce probíhá za aerobních podmínek po otevření sila a přístupu vzduchu do siláže. Kyselina mléčná je oxidována kvasinkami na oxid uhličitý a vodu, tím je zvyšováno pH siláže a vznikají vhodné podmínky pro rozvoj dalších mikroorganismů podílejících se na kvašení siláže.

Zvýšené pH siláže (>4,6) poskytuje vhodné podmínky pro rozvoj klostridií. Klostridie jsou vnímány jako nežádoucí mikroorganismy pro konzervační proces siláží, avšak v silážované hmotě jsou v podstatě vždy přítomné. Klostridie jsou univerzálními obyvateli různých anaerobních prostředí a mají mnoho metabolických aktivit, pomocí kterých získávají energii. V siláži se vyskytují především druhy *Clostridium tyrobutyricum*, *Clostridium butyricum*, *Clostridium sporogenes* a *Clostridium bifermentans*. Ty se podílejí na sekundární fermentaci siláží. Sekundární kvašení nastane, pokud není dostatečně rychle sníženo pH silážované hmoty. Kyselina mléčná je využívána klostridii jako substrát pro metabolické dráhy. Produktem metabolismu klostridií je nejčastěji kyselina máselná, kyselina octová, oxid uhličitý a vodík (Rada & Vlková 2010).



Podle uvedené rovnice jsou při metabolické reakci spotřebovány dvě molekuly silnější kyseliny mléčné za vzniku jedné molekuly slabší kyseliny máselné. Rovněž při této reakci dochází ke ztrátám uhlíku v podobě oxidu uhličitého (Doležal 2012). Kromě rozkladu kyseliny mléčné mají klostridie schopnost metabolizovat rostlinné sacharidy a polysacharidy. Sacharidy a kyselinu mléčnou fermentují převážně druhy *Clostridium tyrobutyricum* a *Clostridium butyricum*. Pokud v siláži převládnu druhy *Clostridium sporogenes* a *Clostridium bifermentans* dochází k proteolýze, při které vzniká amoniak a biogenní aminy. Vzácně je v silážích přítomen druh *Clostridium acetobutylicum*, který kromě kyselin a plynů produkuje alkoholy jako etanol a butanol nebo také rozpouštědla jako aceton a acetoin (Rada & Vlková 2010).

3.1.1.2 Konzervační proces

Konzervační proces je zahájen již při sečení píce, kdy dochází k mechanickému poškození rostlinných buněk, uvolnění enzymů a vody. Ztrátou vody se zvyšuje sušina hmoty a činností mikrobiálních a rostlinných enzymů klesá pH. Je nezbytné co nejrychleji vytvořit anaerobní prostředí které omezuje aktivitu enzymů a nežádoucích mikroorganismů (Loučka et al. 2020)

Fermentaci siláže je možné rozdělit do tří fází. První fází je fáze aerobní, která je zahájena vlastní sklizní pícniny, kdy probíhá sečení píce, zavádání, nařezání hmoty na požadovanou délku 10-60 mm, přeprava do skladovacích prostor a hermetické uzavření skladovacího prostoru (Pozdíšek 2008; Loučka et al. 2020). První fáze by měla trvat co nejkratší dobu, aby ztráty živin a kvality byly co nejnižší (Loučka 2021). Aerobní fáze je doprovázena hydrolytickým štěpením vodorozpustných sacharidů a proteolýzou. Rozklad vodorozpustných sacharidů je ovlivněn koncentrací kyslíku (O₂), složením epifytní mikroflóry, délkou aerobní fáze a okolní teplotě (Přikryl 2012). V samotném skladovacím prostoru probíhají aerobní procesy, které spotřebovávají zbytkový kyslík, jež nebyl z hmoty vytlačen. Za přítomnosti kyslíku probíhají v silážích nežádoucí procesy, při kterých vzniká voda, oxid uhličitý a další metabolity. Těmito procesy se snižuje sušina, zvyšuje podíl popelovin a siláž ztrácí na chutnosti a hygienické kvalitě (Loučka 2021). Kyslík spotřebovávají aerobní a fakultativně aerobní organismy, společně s rostlinnou hmotou, kde stále probíhá dýchací proces.



Z rovnice vychází, že při tomto procesu je spotřebován kyslík za vzniku oxidu uhličitého vody a tepla (Přikryl 2012). V silážované hmotě roste činností aerobních a fakultativně aerobních mikroorganismů teplota a koncentrace CO₂, dále se uvolňuje voda a klesá pH (Loučka et al. 2020). Cílem je snížit hodnotu pH na 3,8 – 4,2. Tato hodnota je optimální pro rozvoj bakterií mléčného kvašení, a naopak inhibuje růst mikroorganismů, které způsobují znehodnocování siláže (Gálik et al. 2015). Teplota roste zejména činností kvasinek, které při rozkladu sacharidů na etanol a CO₂ uvolní značné množství tepla (Novotný 2022). Tato aerobní fáze trvá v průměru 3-4 dny v závislosti na obsahu sušiny a délce řezanky. Ke konci fáze pomalu ustávají aerobní procesy a růst teploty je zastaven. Pomalu se zvyšuje zastoupení heterofermentativních bakterií mléčného kvašení (Loučka et al. 2020). Nejžádanějším druhem heterofermentativních bakterií je *Lactobacillus buchneri*. Produktem těchto bakterií je kromě kyseliny mléčné také kyselina octová, která přispívá ke snížení pH v siláži (Rada & Vlková 2010).

Po vyčerpání zbytkového kyslíku nastává anaerobní fáze fermentace. Primární anaerobní fáze je charakteristická aktivní mikrobiální činností. Mění se mikrobiální společenství a začínají převládat bakterie mléčného kvašení (Loučka et al. 2020). Nastává intenzivní tvorba kyseliny mléčné, rychlé vytvoření anaerobního prostředí a snížení pH pod hodnotu 5,0. V této fázi se uplatňují zejména pomalu rostoucí bakterie jako *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei* a další. Snížení pH vede k utlumení konkurenční mikroflóry, která má odlišné požadavky na prostředí na rozdíl od BMK, jež metabolizují sacharidy i při nízkých hodnotách pH. Mikrobiální zastoupení se pomalu mění a postupně převládají homofermentativní a heterofermentativní BMK. Výsledkem je stále zvyšující se koncentrace kyseliny mléčné a s tím spojený pokles pH. Hlavní fáze fermentace trvá v průměru 1-3 týdny v závislosti na obsahu sušiny sklizené hmoty a použití silážního aditiva (Přikryl 2012).

Při úspěšné primární fázi fermentace je vytvořeno kvašením zhruba 1,7 % kyseliny mléčné, 0,7 % kyseliny octové a do 0,3 % kyseliny máselné (Rada & Vlková 2010). Je vytvořeno stabilní prostředí s nízkým pH, což způsobí utlumení mikrobiální aktivity v siláži včetně aktivity BMK (Přikryl 2012). V sekundární anaerobní fázi je fermentace stabilizována a pomalu ustávají konzervační procesy. Hodnota pH je ustálena na přibližné hodnotě 4 a

přestává činnost mikroorganismů. Teplota silážní hmoty postupně klesá a teplo je předáno do okolí. Nastává proces zrání siláže, který trvá zhruba 6 týdnů. Po uplynutí doby zrání se siláž stává stabilní a svoji kvalitu si uchová po dobu měsíců i několika málo let (Loučka et al. 2020).

Úspěšnost konzervace silážované hmoty závisí na pufrací kapacitě. Pufrací kapacita vyjadřuje do jaké míry odolává silážovaná hmota změně pH (Kung & Shaver 2001). Pufrací kapacita je zvyšována zejména přítomností rozpustných dusíkatých látek, ale také zeminou, prachem a provozními kapalinami zemědělských strojů. Velký vliv má také zbytkový obsah hnojiv nebo rezidua přípravků na ochranu rostlin. Pufrací kapacita je uváděna v gramech kyseliny mléčné na 100 gramů sušiny při titraci 0,05 N NaOH do slabě růžového zbarvení na pH 4 (Loučka et al. 2020). Jak uvádí tabulka 1. při výrobě siláží s vysokou pufrací kapacitou (obvykle čerstvá píče s nízkou sušinou) je vyžadováno větší množství kyselin na účinné snížení pH. Naopak u píče s nižší pufrací kapacitou je potřeba nižšího množství kyselin na docílení optimální hodnoty pH (Kung & Shaver 2001).

Tabulka 1. Typické koncentrace konečných produktů v různých typech siláží (Kung & Shaver 2001)

	Siláž z luskovin (30-40 %)¹	Siláž z luskovin (45-55 %)¹	Travní siláž (30-35 %)¹	Kukuřičná siláž (30-40 %)¹
pH	4,3-4,7	4,7-5,0	4,3-4,7	3,7-4,2
Kyselina mléčná (%)	7-8	2-4	6-10	4-7
Kyselina octová (%)	2-3	0,5-2,0	1-3	1-3
Kyselina propionová (%)	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1
Kyselina máselná (%)	<0,5	0	0,5-1,0	0
Ethanol (%)	0,2-1,0	0,5	0,5-1,0	1-3
Amonný-N (% z HP)	10-15	<12	8-12	5-7

¹ Sušina siláže, HP – Hrubý protein

V epifytní mikroflóře jsou bakterie mléčného kvašení velmi málo zastoupeny < 0,5 % (Doležal et al. 2012; Příkryl et al. 2014). Rozmanitost epifytní mikroflóry se různí v rámci rostlinných druhů. U vojtěšky je bohatší bakteriální společenství než u kukuřice (Wu et al. 2021), stejně tak i u trav je bohatší mikroflóra než u kukuřice (Doležal et al. 2012). Aby co nejrychleji převládla skupina bakterií mléčného kvašení, je vhodné při silážování použít bakteriální inokulant (Novotný 2022).

3.1.2 Konzervace sušením

Výroba sena je náročnější než výroba siláží. Při výrobě je vyšší riziko ztrát živin při konzervaci, oproti silážování. Seno je, co se výroby týče ekonomicky a energeticky náročnější než siláž (Gálík et al. 2015). Pro produkci kvalitního sena je nutné zvolit vhodné vegetační stádium píče, které určuje stravitelnost a obsah živin sena. Jeteloviny je vhodné sklízet ve fázi butonizace, jež vyjadřuje stav porostu ve fázi před kvetením. U vojtěšky nastává butonizace při vzniku květních pupat. V této době obsahuje porost jetelovin nejvíce bílkovin a zároveň nízký obsah vlákniny. Travniny je vhodné sklízet před metáním. Sklizeň travního porostu na seno ve fázi kvetení nebo dokonce po kvetení je nevhodné. Zejména proto, že po odkvětu se zvyšuje podíl nestravitelné vlákniny a tím se snižuje celková stravitelnost hmoty (Doležal et al. 2018).

Seno lze na pokosu sušit do skladovací vlhkosti 15 % a posléze lisovat do balíků nebo volně uložit do seníků. Proces sušení je možné dělit do dvou fází.

V první fázi sušení probíhá výpar volné vody přes rostlinné průduchy, kutikulu a mechanicky porušený povrch rostliny. Výpar volné vody trvá až do odumření rostlin, za vhodných podmínek odumřou posečené rostliny do tří dnů od posečení (Mašek & Novák 2011). U posečených rostlin stále probíhá proces dýchání, při kterém jsou metabolizovány živiny rostlin za vzniku vody, oxidu uhličitého a energie. Dýchací proces je realizován, dokud vlhkost píce neklesne pod 60 %. Sušení je významně urychleno slunečním zářením a minimalizuje ztráty živin a sušiny. Aby bylo sušení píce co nejefektivnější je doporučeno posečenou píci rozhodit do širokého řádku jež zabírá alespoň 70 % šířky řezu. Tím je maximalizována expozice posekané píce slunečnímu záření. Pokud klesne vlhkost píce pod 60 % uzavírají se rostlinné průduchy a rychlost sušení se zpomalí (Friedrichsen 2023).

V druhé fázi nastává dosoušení píce. Výdej vody je realizován pomocí fyzikálního výparu (Mašek & Novák 2011). Fyzikální výpar je urychlen mechanickým narušením stonku rostliny při sečení, k tomu je využíváno různých typů kondicionérů žacíh strojů. Kondicionér žacího stroje mechanicky naruší povrch rostliny a vytvoří praskliny které urychlí výpar vody (Friedrichsen 2023). Při průchodu píce skrze kondicionér je narušena struktura stonku, která se projevuje prasklinami a jiným mechanickým poškozením rostlinné kutikuly. Prstové kondicionéry jsou sestaveny z hřídele osazené hroty, jež při rotaci obrušují stonky rostlin a narušují povrch kutikuly. Tento typ kondicionéru je vhodné použít při sklizni trav. Naopak při sklizni jetelovin je vhodné použít válcový typ kondicionéru, který je složen ze dvou válců, které tvoří úzkou šěrbinu, skrze kterou prochází sklizená hmota. Stlačením je stonky rozrušen a zohýbán a zároveň nedochází k odrolu lístků (Shinners & Digman 2021). Druhá fáze sušení může podle potřeby a povětrnostních podmínek probíhat bez zásahu na poli nebo v seníku za použití ventilátorů (Mašek & Novák 2011). Seno by mělo být nahrabáno dříve, než jeho vlhkost klesne pod 40 %, aby bylo zachováno co nejvíce listů a nevznikala ztráta odrolem (Friedrichsen 2023).

U sena je sledován obsah sušiny, neboť tento údaj napovídá, zda je třeba seno dále upravovat, aby se předešlo ztrátám při skladování. Pokud seno obsahuje 83-85 % sušiny není třeba dalších zásahů jako je například dosoušení. Obsah sušiny v píci sklizené pomocí sběracího lisu musí být minimálně 81-83 %, aby nebylo nutné ošetřit píci chemickými konzervanty. Pokud je sušina píce nižší než 81-83 % je nutné použít fungicidní konzervační prostředky. Seno s obsahem sušiny nižším jak 75 % lze skladovat za předpokladu, že bude dosoušeno. Píci se sušinou v rozmezí 60-75 % lze dosušet studeným vzduchem (Gaislerová 2021). Intenzita sušení u studeného vzduchu je závislá na jeho vlhkosti. Čím nižší relativní vlhkost vzduchu je tím je větší schopnost absorbovat vlhkost z píce (Gálik et al. 2015). Pokud je sušina píce 50-55 % a méně, je nutné dosušet tepelně upraveným vzduchem (Gaislerová 2021). Pro dosoušení upraveným vzduchem lze využít technologie solárního seníku. Solární seník je vybaven dvouplášťovou střechou a dvouvrstvou zadní stěnou která je orientována jižním směrem. Vnější povrch zadní stěny a střechy je ošetřen černou barvou která dobře absorbuje sluneční záření. Meziplášťovým prostorem proudí vzduch který se ohřívá vlivem slunečního svitu. V prostoru mezi pláští je vzduch ohříván na teplotu o 7-10 °C vyšší, než je teplota vzduchu okolního prostředí. Ventilátory vhání upravený vzduch do podroštového prostoru a skrze rošty do uskladněné píce (Gálik et al. 2015). Dosoušení sena ve skladovacím prostoru v porovnání

s tradičním způsobem sušení snižuje ztrátu živin o 25-30 %, nebo dokonce o 50-70 % v nepříznivých povětrnostních podmínkách. Sušení upraveným vzduchem je rychlejší než sušení studeným vzduchem. Proto může mít píce o 10-15 % větší vlhkost než při dosoušení studeným vzduchem (Zaica et al. 2020).

Dosoušení teplým vzduchem je však energeticky náročné a využívá se převážně ve výrobě krmných směsí. Naopak sušení sena na pokosu je za vhodných podmínek nejlevnějším způsobem výroby (Mašek & Novák 2011).

3.2 Odlišnosti v konzervaci různých druhů píce

3.2.1 Siláž

Jednotlivé pícní druhy se při silážování rozdělují podle schopnosti řádně zfermentovat a vytvořit dostatečné množství kyseliny mléčné. Tato schopnost je označována jako silážovatelnost píce a je ovlivněna chemickým a mikrobiálním složením silážované hmoty. Dříve býval kladen důraz na chemickou skladbu píce, silážovatelnost byla hodnocena hlavně na základě minimálního obsahu zkvasitelných cukrů. Například podle teorie cukerného minima je silážovatelnost negativně ovlivněna pufrujícím účinkem dusíkatých látek a minerálních prvků. Silážovatelnost je podle této teorie definována jako poměr obsahu sacharidů k pufrovací kapacitě. Je vyjádřena kvociemem S/PK. Pomocí kvociemtu je vyjádřeno kolikanásobné množství sacharidů je potřeba k vytvoření dostatečného množství kyseliny mléčné. Kvociem však zohledňuje pouze tvorbu kyseliny mléčné, avšak při fermentačním procesu siláží vznikají i jiné metabolity jako například kyselina octová, alkohol, oxid uhličitý a další které nemají tak silnou okyselovací schopnost. Při fermentačním procesu jsou bakteriemi mléčného kvašení využívány nejen vodorozpustné sacharidy, ale také z části strukturální polysacharidy jako například hemicelulóza. Je vhodné, aby do výpočtu kvociemtu byl zahrnut faktor částečné využitelnosti strukturálních polysacharidů. Výsledkem je tedy suma vodorozpustných monosacharidů a suma strukturálních polysacharidů dělena obsahem pufrujících dusíkatých látek. Pro silážování je nezbytné, aby koeficient S/PK byl vyšší než 1. Výpočet silážovatelnosti píce pomocí různých koeficientů není zcela přesný a hodnoty jsou pouze orientační. Silážovatelnost píce ovlivňuje mnoho faktorů jako obsah zkvasitelných sacharidů, skladba epifytní mikroflóry, kontaminace silážované hmoty, obsah pufrujících látek a jiné faktory které potenciál tvorby kvalitní siláže ovlivňují (Jelínková 2016).

V dnešní době je silážovatelnost píce určována především podle obsahu zkvasitelných sacharidů a celkové sušiny porostu. Podle těchto faktorů jsou pícniny rozděleny do třech následujících kategorií (Novotný 2022).

- Snadno silážovatelné
- Obtížně silážovatelné
- Těžce silážovatelné

Podle silážovatelnosti patří mezi snadno silážovatelné plodiny kukuřice. Do obtížně silážovatelných plodin patří trávy, obiloviny, luskoviny a těžce silážovatelné plodiny jsou vojtěška a jetel (Příkryl 2012).

Složení epifytní mikroflóry má na úspěch fermentace výrazný vliv. Přítomnost nežádoucích bakterií jako *Escherichia coli* nebo klostridie výrazně zhoršuje kvalitu píce (Jelínková 2016). U píce sklizených způsobem jednofázové sklizně je lepší silážovatelnost oproti pícninám, které se při dvoufázové sklizni nechávají zavadat na požadovanou sušinu. Pokud je pícnina sklizena na siláž dvoufázově tak při zavádání roste počet enterobakterií a klostridií na pokosu, a tím je silážovatelnost výrazně snižována (Příkryl 2012).

3.2.1.1 Snadno silážovatelné pícniny

3.2.1.1.1 Kukuřice setá (*Zea mays* Linnaeus)

Kukuřice setá je vysévána v jarním období kdy půda dosáhne teploty 8-10°C. Typický je počáteční pomalý růst, na který však navazuje období rychlé produkce biomasy (Novotný 2021). Pro produkci siláží z kukuřice seté byla vyšlechtěna celá řada hybridů. Pro některé řady hybridů je charakteristický takzvaný stay green efekt neboli efekt zelených listů. Stay green hybrid má schopnost udržet si zelené listy až do pozdní fáze zralosti a tím zajistit asimilaci živin až do období sklizně (Havlíček 2022). Fotosyntetický aparát je aktivní do fyziologické zralosti. Škrob je asimilován až do fáze sklizně a tím je zajištěn vyšší výnos zrna. Zelená rostlina má lepší schopnost odolávat houbám rodu *Fusarium* a vykazuje vyšší pevnost stébla. Stay green hybridy jsou charakterizovány pomalejším dlouhotrvajícím nárůstem škrobu v zrnech. Optimální hodnota celkové sušiny rostliny pro sklizeň stay green hybridů na siláž se pohybuje v rozmezí 33-35 % (Prokeš 2012). Stay green kukuřice má delší sklizňové období. To má efekt při nutnosti prodloužit sklizeň z jakéhokoliv důvodu. Rostlina je rovněž při sklizni poddajnější a řezanka se lépe dusá (Havlíček 2022).

Další z hybridních linií kukuřice seté vykazují rychlé dozrávání a tvoří opak efektu stay green hybridů. Pro rychle dozrávající hybridy kukuřice seté je typický rychlý nárůst sušiny rostliny a zároveň rychlá asimilace škrobu v zrnech. Asimilace škrobu ustává s blížící se fyziologickou zralostí rostliny. Pro sklizeň rychle dozrávajících hybridů kukuřice seté na siláž je optimální hodnota sušiny celé rostliny v rozmezí 28-33 %. Rychle dozrávající hybridy jsou vhodné pro brzké zahájení silážování a rovněž se hodí do chladnějších a vlhčích stanovišť.

Přechodným typem mezi rychle dozrávajícími a stay green hybridy jsou takzvané rovnoměrně dozrávající hybridy (Prokeš 2012). Ranost hybridů kukuřice seté je charakterizována číslem FAO. Čím je hodnota FAO nižší, tím je odrůda ranější (Ježková 2012). FAO je vypočítáváno na základě obsahu sušiny v době zralosti v porovnání s kontrolními hybridy. Odchylka sušiny o 1 % znamená posun o 10 FAO jednotek (Prokop 2001).

Při výběru silážního hybridu kukuřice je nutno pohlédnout také na hodnoty stravitelnosti vlákniny, avšak ty mohou být výrazně ovlivněny termínem sklizně (Havlíček 2022).

Kukuřice setá je považována za lehce silážovatelnou plodinu (Loučka et al. 2020). Hlavní zásobní látkou kukuřice je škrob, který za normálních klimatických podmínek tvoří zhruba 30 až 40 % z celkové sušiny rostliny (Tyrolová 2021). Vhodná doba pro sklizeň porostu kukuřice seté na siláž je určována podle dvou parametrů. Podle obsahu škrobu v zrnech a podle obsahu celkové sušiny rostliny (Novotný 2021). Kukuřice setá je sklizena na siláž v mléčně-voskové zralosti. V této fázi je mléčná linie v 1/2 až 2/3 zrna, avšak musí být rovněž zohledněna celková sušina rostliny. Optimální hodnota sušiny pro sklizeň na siláž je v rozmezí 32-35 %. Kukuřice je sklizena na přímo bez nutnosti zavádání.

Při silážování porostu s vyšší hodnotou sušiny je hrozba špatného udusání hmoty v silážním žlabu a s tím spojený rozvoj nežádoucích mikroorganismů v siláži. Po otevření jámy hrozí vysoké zahřívání hmoty, ztráta živin a energie. Taková siláž ztrácí na stravitelnosti a využitelnosti živin dojnícemi.

Silážování porostu s příliš nízkou sušinou vede k nesprávné fermentaci. Při dusání odtéká voda v podobě silážní tekutiny, ve které jsou rozpuštěny živiny. Nízký obsah sušiny vede k rozvoji klostridií, které patří mezi nežádoucí mikroorganismy v silážním procesu (Tyrolová 2021).

Při silážování kukuřice seté je nutné zvolit optimální délku řezanky. Délka řezanky je zvolena na základě obsahu sušiny porostu (Novotný 2021). Tabulka 2. uvádí optimální délky řezanky s ohledem na sušinu silážovaného porostu (Přikryl 2012).

Tabulka 2. Délka řezanky silážované kukuřice v závislosti na obsahu sušiny (Přikryl 2012).

Obsah sušiny (%)	Délka řezanky (cm)
24–26	2–3
26–28	do 2
28–30	1–2
>30	do 1

S vyšší hodnotou sušiny porostu je doporučeno zvolit řezání rostlin na kratší řezanku, naopak s nižší hodnotou sušiny zvolit řezání rostlin na delší řezanku (Jančík et al. 2019). Při silážování kukuřice seté je důležité posuzovat míru mechanického narušení a rozdrčení zrn. Zrna obsahují škrob, jenž je hlavní energetickou zásobou kukuřičné siláže. Využití škrobu mikroorganismy brání oplodí semene, které tvoří nestravitelnou membránu obalující zrno. Narušením oplodí vznikne přístup do endospermu pro trávicí enzymy mikroorganismů, které mohou využít škrob jako vstupní látku pro své metabolické přeměny. Pokud není zrno mechanicky narušené projde trávicím traktem vcelku a jeho energie není využita (Tyrolová 2021).

Narušení kukuřičných zrn v siláži je hodnoceno pomocí takzvaného KPS – kernel processing score. Pomocí KPS je stanoven podíl částic rozdrčeného zrna menší než 4,75 mm, udává tedy míru rozdrčení zrn v siláži. Cílem při zpracování kukuřice seté na siláž je co největší destrukce zrn, v praxi je snaha o dosažení hodnoty KPS 70-75. Výrobci sklízecích řezaček proto vyvíjejí nové technologie, které zajistí dostatečné KPS. Zrnové procesory neboli „corncrackery“ pracují na principu dvou válců které vytváří mezeru skrze kterou prochází nařezaná hmota (Goeser 2017). Jeden z válců se otáčí o 30-50 % větší rychlostí oproti druhému, záleží na technologii a požadavku na úpravu silážované hmoty (Rankin 2022). Při hodnocení čerstvě nasekané siláže je nutné si uvědomit že hodnota KPS se po silážování časem zvýší o 5-10 jednotek. Pokud je tedy cílem hodnota KPS 70 reálná hodnota KPS čerstvě nasekané píce postačí 60-65 (Goeser 2017).

Při využití moderních technologií sklízecích řezaček jako jsou například technologie shredlage (CLAAS), OptiMaize (Krone), XStream (John Deere), RS-Cracker (Fendt) a podobné je možné délku řezanky při optimální sušině upravit na 26-31 mm (Esterer 2018; Fikejs 2020; Moroney 2020; Tusch 2020; Novotný 2021). Při těchto technologiích je řezanka

nadrcena pomocí dvou mačkáčích válců, mezi kterými je mezera o velikosti 1 mm. Pomocí této technologie je zajištěno, že částice řezanky budou co nejvíce mechanicky narušeny a zvýší se tím jejich povrch a stravitelnost v bachoru dojníc (Jančík et al. 2019).

Delší částice řezanky podporují sekreci slin a přežvykování. Sliny neutralizují kyseliny vzniklé během trávení siláže (Jančík et al. 2019). Delší řezanka zvyšuje mléčnou užitkovost a zároveň zachovává poměr mléčných složek. Nadrcení řezanky zvyšuje podíl fyzikálně efektivní neutrálně detergentní vlákniny (peNDF), která přispívá ke správné funkci bachoru (Feraretto & Shaver 2012). Stravitelnost NDF je ovlivněna zralostí porostu. V přezrálém porostu je stravitelnost NDF nízká. Sklizeň kukuřice seté na siláž v optimální fázi zralosti zajistí zvýšenou stravitelnost NDF, která podporuje příjem sušiny dojnícemi a zlepšuje dojivost (Ježková 2023).

I přes fakt, že kukuřice setá je lehce silážovatelnou píceňinou je odborníky doporučeno využít při konzervaci silážní aditiva. Zejména vrchní vrstva siláže je velice náchylná k napadení plísněmi a kvasinkami, neboť je zde nedostatečně utužená hmota a dochází k aerobním procesům (Příkryl 2012.) Na trhu jsou nabízeny přípravky na bázi bakteriální i na bázi chemické. Bakteriální inokulanty doporučované pro konzervaci kukuřice seté nejčastěji obsahují *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum* a *Pediococcus pentosaceus* v kombinaci s dalšími druhy BMK. Chemické konzervanty pro silážní kukuřici nejčastěji obsahují kyselinu propionovou, benzoan sodný a propionan sodný v kombinaci s dalšími organickými kyselinami a solemi v závislosti na výrobcu. Chemické konzervanty je vhodné použít na ošetření vrchních částí naskladněné hmoty a rovněž se hodí pro konzervaci produktů z dělené sklizně kukuřice (Tyrolová 2023).

Při zkrmování kukuřičné siláže je vhodné přidat hydrogenuhličitan sodný neboli jedlou sodu. Tím je neutralizováno kyselé pH, které je mnohdy na úrovni 3,8, a zlepší se příjem siláže dojnícemi (Kung & Shaver 2001).

Konzervace kukuřice seté pomocí metod dělené sklizně (DSK)

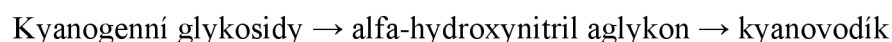
Mezi metody dělené sklizně kukuřice patří LKS (Liesch Kolben Schrott), CCM (Corn Cob Mix) a HMGC (High Moisture Ground Corn). Metoda LKS spočívá v hrubém šrotování olistěných palic včetně větven. Porost je sklizen při sušině 50-60 % a hektarový výnos činí zhruba 12-17 t. Při metodě CCM je využíváno pouze palic s větveny bez listenů. Sklizeň je realizována při sušině porostu 60-70 % a hektarový výnos je v rozmezí 9-15 tun z hektaru. Poslední možností je silážování samotného kukuřičného zrna. Při metodě HMGS je kukuřičné zrno sklizeno při sušině 60-70 % a mechanicky upraveno mačkáním nebo hrubým šrotováním. Hektarový výnos činí 8-12 tun.

Výhodou dělené sklizně je, že porost lze sklízet při nižší sušině než při klasické kombajnové sklizni. Silážování zrn je výrazně levnější než jejich dosoušení. Dělená sklizeň může být uplatněna i ve výše položených oblastech, kde není možnost sklízet kukuřici na zrno. Princip konzervace je stejný jako u klasického silážování celých rostlin, jen hektarový výnos je výrazně nižší při dělené sklizni. Další výhodou je využití produktů dělené sklizně ve výživě monogastričních zvířat, jelikož podíl zrna v siláži činí 85-90 % a hodnoty podílu vlákniny jsou nízké, u CCM 5-7 % a LKS 10-12 % z celkové sušiny jejíž ztráty jsou při fermentaci minimální (Mikyska & Doležal 2012).

3.2.1.1.2 Čirok (*Sorghum Moench*)

Čirok je teplo-sezónní rostlina jež vyniká dobrou tolerancí k suchu. Nejčastěji je čirok vyséván jako následná plodina po brzce sklizených jednosečných pícech (Podrábský 2017). Semena dobře klíčí i v relativně suché půdě (Menšík et al. 2022). Schopností čiroku je v krátké době vytvoření dostatečného množství biomasy bohaté na živiny s velmi dobrou stravitelností (Skládanka 2012). Bohatý kořenový systém čiroku zlepšuje půdní strukturu a zároveň uvolňuje látky, které působí proti škůdcům a patogenům (Podrábský 2017). Bylo zjištěno, že podzemní biomasa čiroku tvoří zhruba 0,47 kg/m² sušiny a při zaorání je do půdy vráceno 46-56 kg dusíku na hektar (Menšík et al. 2022). Což je téměř dvojnásobné v porovnání s kukuřicí setou, kde při zaorávce podzemní biomasy dojde k návratu 28-28,9 kg dusíku na hektar (Litsukov et al. 2021).

Rostliny čiroku však představují určité zdravotní riziko pro přežvýkavce. Pokud dojde k přemrznutí porostu, jsou aktivovány kyanogenní sloučeniny nacházející se v rostlinných pletivech (Friedrichsen 2021). Kyanogenní glykosidy jsou v čiroku přítomny ve vnějších tkáních rostliny. Enzymy katalyzující přeměnu kyanogenních glykosidů na kyanovodík se nacházejí v tkáních listu a za normálních podmínek nedochází ke kontaktu mezi těmito sloučeninami (Rusche 2021). Při přemrznutí však dochází k mechanickému narušení rostlinných buněk pletiv a k uvolnění těchto sloučenin, ze kterých se následně tvoří kyanovodík (Friedrichsen 2021). Narušením celistvosti buněčných stěn může dojít ke smíšení enzymů s kyanogenními glykosidy a tvorbě kyanovodíku. Těmito faktory mohou být kromě mrazu také řezání, sečení, pošlapání, nebo například žvýkání (Rusche 2021). Přeměna kyanogenních glykosidů je katalyzována enzymem beta glykosidáza za vzniku sloučeniny alfa-hydroxynitril aglykonu jež je následně přeměněn pomocí enzymu lyáza na kyanovodík, jak ukazuje rovnice (Godwin 2020):



Monogastrická zvířata jsou méně citlivá na účinky kyanovodíku než přežvýkavci. Přežvýkavci přijímají velký objem krmiva a uvolňování kyanovodíku je podpořeno rovněž mikroflórou bacheru (Friedrichsen 2021). Mikroorganismy v bacheru uvolňují enzymy, které podporují tvorbu kyanovodíku v trávicím traktu. Kyanovodík brání přenosu kyslíku červenými krvinkami, to vyvolává u zvířete asfyxii neboli dušení. Smrt může nastat během několika minut. Obecné doporučení pro využití čiroku v krmné dávce na základě koncentrace kyanovodíku zobrazuje tabulka 3. (Rusche 2021).

Tabulka 3. Koncentrace kyanovodíku v píci a potencionální dopad na hospodářská zvířata (Rusche 2021).

HCN v sušině (ppm)	Efekt využití v krmné dávce
0-500	Obecně bezpečné
600-1000	Potencionálně toxické, možno využít při smíchání s jinými objemnými krmivy
>1000	Nebezpečné pro dobytek, nevyužívat v krmné dávce

Je velmi obtížné určit koncentrace kyanovodíku v rostlinách před sklizní, neboť v rámci pozemku se nacházejí odlišné půdní vlastnosti, které výrazně ovlivní koncentraci kyanogenních glykosidů v rostlině (Rusche 2021). Jak vyplývá z tabulky už pouhá koncentrace 0,1 % nebo

více je posuzována jako nebezpečná a může způsobit smrt u hospodářských zvířat (Friedrichsen 2021). Pokud je před silážováním zaznamenán výskyt mrazivých teplot, měl by být porost sklizen zhruba za 5 až 7 dní po odeznění mrazů. Následně by měla být čiroková siláž ponechána alespoň 8 týdnů v silážním prostoru. V průběhu silážování uniká kyanid v podobě plynu do ovzduší. Nicméně je důrazně doporučováno otestovat hladiny kyanovodíku v čirokové siláži před tím, než bude zařazena do krmné dávky (Friedrichsen 2021).

Čirok je možné sklízet na siláž při sušině 25-35 % optimální hodnota sušiny je pak 30 %. Vegetační fáze vhodná pro sklizeň na siláž je, když jsou zrna na počátku těstovité zralosti. Pokud jsou rostliny vyšší jak 150 centimetrů je vhodné sklízet rostliny jednofázově sklízecí řezačkou s kukuřičným adaptérem. Pokud je rostlina nižšího vzrůstu je vhodné pro sečení použít žací stroje a ke sklizni použít adaptér na dvoufázovou sklizeň pícnin (Kilcer 2021). Při dvoufázové sklizni je nutné ponechat vyšší strniště, alespoň 10-15 cm. Výškou řezu je výrazně ovlivněno následné obrůstání porostu (Menšík et al. 2022).

Optimální délka řezanky je 20-25 mm, kratší řezanka má rychlou průchodnost přes bachor a není dostatečně využita. Dalším problémem při zvolení kratší řezanky je zvýšený podíl poškozených buněk a větší syntéza kyanovodíku. Je proto vhodné zvolit delší řezanku bez následné úpravy, aby došlo k minimálnímu poškození rostlinných buněk. Mačkaním nebo jakoukoliv jinou úpravou řezanky není výrazně zlepšena její stravitelnost, naopak dochází k většímu prosakování vody a ztráty jsou až pětinasobně vyšší. Obecně silážování pícnin se sušinou pod 20 % je považováno za riskantní a velice technologicky náročné. Při silážování čiroku toto neplatí, neboť obsahuje velké množství substrátu využitelného ve fermentačním procesu. Pokusy ukázaly výborné hodnoty siláže z čiroku, jež byl sklizen při sušině 17 % a fermentace proběhla bez tvorby kyseliny máselné. Důležitým aspektem je použití správného silážního aditiva. Doporučovány jsou přípravky pro konzervaci vlhčí píce s vysokým obsahem sacharidů (Kilcer 2021). Na trhu jsou dostupné přípravky obsahující kombinaci heterofermentativních bakterií *Lactobacillus buchneri* a *Lactobacillus hilgardi*. Tyto přípravky zajišťují dobrou aerobní stabilitu siláže a redukují počet kvasinek a plísní. Výsledkem je siláž, která vykazuje shodné vlastnosti jako čerstvá hmota (Vala 2021). Čiroková siláž je vhodnou náhražkou pro siláž z travních porostů. V probíhajících obdobích sucha nedosahují travní porosty takového výnosu a kvality jako čirok, proto může čiroková siláž v suchých letech sloužit k doplnění krmivové základny a udržení živočišné produkce (Menšík et al. 2022). Produkce čirokové siláže je levnější než produkce siláže z kukuřice seté. Siláž z čiroku však tvoří asi 80-90 % krmné hodnoty kukuřičné siláže, z důvodu nižšího obsahu škrobu a tvrdšího semenného obalu v porovnání s kukuřicí. V porovnání s kukuřičnou siláží obsahuje čiroková siláž méně celkově stravitelných živin. S ohledem na suchovzdornost čiroku a schopnost poskytovat vysoký výnos v oblastech kde není možné pěstovat kukuřici je čirok vhodnou alternativou kukuřičné siláže v krmné dávce skotu (Wilke & Drewnoski 2022).

3.2.1.2 Obtížně silážovatelné pícniny

3.2.1.2.1 Žito seté (*Secale cereale* Linnaeus)

Žito seté je stále více využíváno pro produkci siláží. Jedním z důvodů je boj se suchem, které výrazně ovlivňuje výnosy bílkovinných plodin využívaných na tvorbu objemných krmiv. Žito je vyséváno do připravené půdy v období od konce srpna do konce října. Ozimé žito má

vynikající schopnost přezimovat a růst i při nízkých teplotách. Typický je rychlý rozvoj kořenového systému, který slouží k sběru vláhy a rozpuštěných živin z půdy (Novotný 2021).

Žito je sklízeno na siláž ve fázi růstu těsně před metáním stejně jako trávy. V této fázi je v rostlině vysoký obsah vodorozpustných sacharidů a zároveň nízký obsah ligninu. Žito seté má v tomto stádiu plně rozvinutý praporcový list, ale klas není viditelný (Kilcer 2016). Sklizeň porostu žita na siláž ve fázi před metáním vyžaduje zavadnutí posečené hmoty, protože čerstvě posečená rostlina má příliš nízkou hodnotu sušiny (Novotný 2021). Minimální doporučená výška strniště při sečení žita setého na siláž je 75 mm. Minimální výška strniště zabrání kontaminaci zeminou a půdními mikroorganismy při manipulaci a sběru pokosu. Při sečení je vhodné píci rozhodit do širokých řádků které zabírají alespoň 80 % posečené plochy. Široký rozhoz zajistí maximální expozici posečené hmoty slunečnímu záření a urychlí tím výpar vody. V posečené hmotě stále probíhá fotosyntetická aktivita a probíhá utilizace oxidu uhličitého a syntéza monosacharidů, proto je žádoucí co nejširší rozhození hmoty (Kilcer 2016).

Pokos žita je vhodné nechat zavadnout na vlhkost 70 %, kdy je optimální hodnota sušiny pro rozvoj bakterií mléčného kvašení. Nízká hodnota sušiny tvoří překážku pro správný průběh fermentace. Pro rychlejší zavádání je doporučeno využít žacího stroje vybaveného kondicionérem (Novotný 2021). Kondicionér slouží k načechrání a rovnoměrnému uložení posekané hmoty, píce je rovněž kondicionérem mechanicky narušena což podpoří výpar vody a urychlí zavádání (Beneš 2022). Pokud je očekáván vysoký výnos hmoty je doporučeno posečený porost před nahrabováním alespoň jednou obrátit. Obracení hmoty by mělo být provedeno do dvou hodin od posečení. Je vhodné obracet za nižší rychlosti, aby se předešlo vzniku shluků a rozhoz byl rovnoměrný po celé ploše strniště (Kilcer 2016).

Pokud je nutné získat vyšší výnos porostu je možné sklízet žito v pozdější fázi metání, jak znázorňuje obrázek 1. Avšak je nutné dbát na to, že sklizený porost má vyšší obsah ligninu a nižší stravitelnost. Žito je v této fázi sklízeno v takzvané těstovité zralosti, kdy je zrno měkké a nevyzrálé. Takový porost je optimální sklízet napřímo bez nutnosti zavádání, neboť sušina porostu je v rozmezí 30-40 % (Novotný 2021).



Obrázek 1: Sklizeň žita setého ve fázi těstovité zralosti (foto autor)

Délku řezanky je nutné volit podle obsahu sušiny silážované hmoty. Pokud je sušina hmoty nižší jak 25 % je vhodné upravit délku řezanky na 35-50 mm a při ukládání do silážního žlabu jen lehce dusat. Při optimální hodnotě sušiny 25-30 % je doporučeno zvolit kratší řezanku

s velikostí částic 30-35 mm. Pokud je hodnota sušiny vyšší jak 30 % částice řezanky by měli mít velikost 10-25 mm a hmota v silážním žlabu musí být řádně udusána, aby bylo vytlačeno co největší množství vzduchu ze siláže (Novotný 2021). Delší částice jsou v bachoru pomaleji tráveny, dále jsou zachovány významné rostlinné sacharidy a je minimalizován odtok silážní tekutiny (Kilcer 2016).

Pro zajištění kvalitní fermentace siláže je doporučeno použít silážní inokulant (Jatkauskas et al. 2022). Vhodné je použít inokulant na bázi homofermentativních BMK specifický pro vysoce sacharidové siláže a pro travní pícniny s vyšší vlhkostí (Kilcer 2016).

Neošetřená siláž je velice náchylná na nežádoucí fermentaci, tu způsobují zejména kvasinky. Kvasinky produkují kyselinu máselnou, která znehodnocuje siláž a znemožní její využití v krmné dávce. Siláž je vhodné ošetřit inokulantom obsahujícím homofermentativní mléčné bakterie. Studie (Jatkauskas et al. 2022) prokázala, že siláž ošetřená bakteriemi mléčného kvašení má schopnost rychlého snížení pH a tím potlačení rozvoje nežádoucích druhů mikroorganismů. Siláž ošetřená směsí homofermentativních bakterií *Lactobacillus plantarum*, *Enterococcus faecium* a *Lactococcus lactis* v poměru 40:30:30 však vykazuje menší aerobní stabilitu při vybírání. Kyselina mléčná produkovaná těmito bakteriemi není dostatečně silné antimykotikum a při vybírání siláže hrozí rozvoj plísní. Proti plísním v dostatečné míře působí kyselina octová, jež je produktem metabolismu heterofermentativních bakterií. Siláž ošetřená směsí homofermentativních a heterofermentativních bakterií *Lactobacillus buchneri* a *Lactococcus lactis* v poměru 50:50 vykazuje lepší využití vodorozpustných cukrů a inhibuje rozvoj kvasinek a plísní. Zároveň vykazuje tato siláž větší aerobní stabilitu než siláž ošetřená pouze homofermentativními bakteriemi mléčného kvašení (Jatkauskas et al. 2022). Pozitivní účinky na kvalitu konzervace žitné siláže má rovněž hydrogenoatan sodný v dávce 6 g/kg sušiny siláže. Hydrogenoatan sodný je sůl organické kyseliny a snadno ionizuje na kyselinu octovou, která inhibuje aktivitu nežádoucích mikroorganismů během fermentačního procesu. Hydrogenoatan sodný je vhodným chemickým prostředkem pro konzervaci silážního žita a zajišťuje dlouhou aerobní stabilitu (Li 2022).

Při zkrmování je doporučeno odkrýt pouze tolik hmoty kolik bude zkrmeno za 1-2 dny. Žito má dutá stébla a siláž je pórovitější a náchylná k aerobní nestabilitě. Při vybírání je vhodné použít frézu pomocí které je zajištěno, že čelní stěna silážního žlabu bude mít co nejmenší povrch a bude minimálně vystavena vzduchu (Novotný 2021).

3.2.1.2.2 Tritikale (*Triticosecale*)

Jedná se o hybridní pícninu vzniklou křížením pšenice seté (*Triticum aestivum* Linnaeus) a žita setého (*Secale cereale*). V posledních letech nachází stále větší uplatnění při výrobě krmiv pro hovězí dobytek (Stalcup 2016). Tritikale je vhodné jako další pícní druh do krmivové základny pro chovatele skotu. V porovnání s ostatními obilninami pěstovanými na siláž poskytuje tritikale vysoký výnos a zároveň dobrou kvalitu. Výzkumy prokázaly, že nové odrůdy tritikale dosahují stejných nebo vyšších výnosů než jiné obilní pícniny (Rankin 2020). V produkčních systémech založených na využití biomasy kukuřice umožní zařazení ozimého tritikale do osevního postupu využít zimní a časně jarní vláhu (Nesvadba et al. 2017).

Odborníky je doporučeno vysévat ozimé tritikale brzy na podzim, tím je podpořen růst vzrostných vrcholů, kořenového systému a odnožování. Ozimé tritikale by mělo být zaseto přibližně 10-14 dní před doporučeným termínem pro setí ozimé pšenice (Rankin 2020).

Výhodou tritikale je lepší využitelnost půdních živin, odolnost proti biotickým a abiotickým faktorům v oblastech, kde obilní píce nedosahují takových výnosů. Díky mohutnému kořenovému systému dokáže tritikale využít živiny z větších hloubek a lépe odolává suchu (Nesvadba et al. 2017).

Optimální doba pro sklizeň ozimého tritikale na siláž je ve fázi s vyvinutým praporcovým listem a zároveň před metáním, v této fázi má píce vysokou kvalitu (Rankin 2020). V této době tvoří 80 % rostliny listy a stonek, které mají stravitelnost více jak 70 % a obsahují 20 % hrubého proteinu (Baron 2015). Tritikale je rovněž možné sklízet v těstovité zralosti kdy je výnos zhruba o 50 % vyšší, avšak kvalita píce je snížena (Rankin 2020). Ve fázi od metání do těstovité zralosti zrna dochází k ukládání ligninu do nadzemních orgánů rostliny. Rostlinu tvoří více biomasy, avšak lignifikace zapříčiní nižší stravitelnost vlákniny. V období od metání do fáze zralého zrna probíhá asimilace škrobu, jenž je uložen v zrnech. Škrob tvoří vysoce energetickou složku biomasy a je dobře stravitelný. Při sklizni ve fázi těstovité zralosti zrna je vhodné najít optimální podíl škrobu uloženého v klasu a stravitelností vlákniny tvořící zbytek rostliny. Asimilace škrobu probíhá pomaleji a po delší časové období než u jiných obilovin. To vytváří delší sklizňové okno pro sečení porostu na siláž v případě nepříznivých povětrnostních podmínek (Baron 2015).

Při sečení porostu ozimého tritikale je doporučováno nastavit žací stroj na výšku strniště 7,5 cm a více. Při další manipulaci s pící je tak zabráněno kontaminaci rostlinné hmoty se zeminou. Optimální je posečený porost rozhodit pomocí obraceče píce, to významně urychlí zavádání a zachová živiny píce. Zavádání hmoty na řádku je nevhodné, rostliny na vrchu řádku zavádají rychleji a brání průniku slunečního záření do středu řádku. Ve spodních vrstvách řádku probíhá u rostlin buněčné dýchání, při kterém jsou spotřebovány energeticky bohaté rostlinné sacharidy. To má za následek zhoršení silážovatelnosti hmoty a hrozí nedostatečná fermentace siláže, z důvodu nedostatku substrátu využitelného bakteriemi mléčného kvašení. Rozhozením řádku na široké pásy, které zabírají více jak 80 % posečené plochy je docíleno rovnoměrného zavádání rostlin. Rostlinná hmota je rovnoměrně vystavena slunečnímu záření a tím je usnadněn průběh fotosyntézy. Při fotosyntéze je metabolizován oxid uhličitý a voda na glukózu a kyslík. Tento proces probíhá, dokud je vlhkost rostlinné hmoty nad 60 %, následně probíhá už pouze výpar přes rostlinnou pokožku. Obracení pokosu by mělo být provedeno dvě hodiny od posečení, aby došlo k rovnoměrnému zavádání hmoty (Kilcer 2016).

Pro řezání hmoty je doporučená délka řezanky 19-32 mm. Siláž z tritikale sklizena ve fázi plně rozvinutého praporcového listu je vysoce stravitelná a může projít skrze bachor dřívě, než je plně rozložena. Výhodou delší řezanky je, že v průběhu fermentačního procesu v silážním prostoru nedochází k tak silnému odtoku silážní tekutiny jako u kratší řezanky (Kilcer 2016).

Při silážování je vhodné použít inokulant obsahující homofermentativní BMK bez přísady enzymů, vytvořený pro silážování vlhké píce s vysokým obsahem vodorozpustných sacharidů. Na trhu jsou rovněž k dostání přípravky, které navíc inhibují rozvoj bakterií rodu *Clostridium* a předcházejí tak tvorbě kyseliny máselné v siláži (Kilcer 2016). V laboratorních pokusech (Soundharrajan et al. 2019) byl testován účinek izolovaných kmenů bakterií *Pediococcus pentosaceus* a *Lactococcus brevis*. Vlastností těchto bakterií je produkce proteolytických, lipolytických, glykolytických a dalších enzymů jež napomáhají tvorbě substrátu využitelného v metabolismu na produkci organických kyselin. Tyto bakterie fermentují kromě glukózy i jiné sacharidy, které využívají jako zdroj energie. Fermentují

převážně sacharidy jako d-glukosa, d-fruktosa, d-manosa, l-sorbosa, d-maltosa, d-laktosa, inulin, d-fukosa a další. Sacharidy jsou metabolicky přeměněny na organické kyseliny. Nejvíce tvořenou kyselinou je kyselina mléčná. Méně produkovanou je pak kyselina octová, vyskytující se v pokusné siláži v nepatrném množství. Sekundárními metabolity těchto bakterií jsou různé látky působící proti patogenním mikroorganismům. Patogenními mikroorganismy skotu jsou hlavně *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli* a *Staphylococcus aureus*. Studie prokázala potlačení výskytu těchto patogenů v siláži při inokulaci siláže bakteriemi *Pediococcus pentosaceus* a *Lactococcus brevis*. Mezi sekundárními metabolity inokulovaných BMK se nacházejí baktericidní sloučeniny, jež nepodléhají tepelné denaturaci, nejedná se tedy o proteiny ani peptidy, avšak vykazují shodný antibakteriální účinek (Soundharrajan et al. 2019).

Přítomnost baktericidních sloučenin v siláži by mohla sloužit jako prevence proti nadužívání antibiotik a vzniku rezistencí v chovech skotu (Soundharrajan et al. 2019). Podobná studie zkoumala stejné vlastnosti u siláže, avšak ošetřené jinými kmeny BMK. Siláž byla inokulována bakteriemi *Lactobacillus rhamnosus* a *Lactobacillus paracasei*. Ošetření siláže těmito bakteriemi zvýšilo obsah kyseliny mléčné a nepatrně zvýšilo obsah kyseliny octové. Siláž ošetřená bakteriemi *Lactobacillus rhamnosus* a *Lactobacillus paracasei* vykazovala shodné antibakteriální účinky jako siláž ošetřená bakteriemi *Pediococcus pentosaceus* a *Lactococcus brevis*. Fermentace proběhla úspěšně jak při nižší vlhkosti siláže (zavadání 24-36 hodin) tak při vyšší vlhkosti siláže (zavadání 8-10 hodin) a bylo vytvořeno dostatečné množství kyseliny mléčné (Soundharrajan et al. 2020).

3.2.1.2.3 Travní porosty

Trvalé travní porosty zabírají téměř čtvrtinu zemědělské půdy (Novotný 2021). Tyto porosty nacházejí uplatnění především v oblastech s vyšší nadmořskou výškou, kde ostatní pícniny zejména jeteloviny neposkytují dostatečnou kvalitu a výnos hmoty (Doležal et al. 2021). Travní porosty jsou často pěstovány na horších pozemcích, které není možné využít pro produkci polních plodin. Pro travní porosty nejsou vhodná suchá stanoviště, kde trávy nejsou schopny zapojit drn, hrozí vyšší rozvoj suchovzdorných dvouděložných bylin jako je třezalka tečkovaná (*Hypericum perforatum* Linnaeus). Pícninářsky hodnotné travní druhy vyžadují stanoviště s dostatkem vláhy. Příliš zamokřené stanoviště však může v jarních měsících působit problémy se sklizní a první, seč by mohla být protahována do nesprávné zralosti porostu, kdy je píce příliš zralá a nutričně nekvalitní. Pro travní porosty jsou vhodné mírně kyselé půdy. Na příliš kyselých loukách se vyskytují pícní druhy s nízkou nutriční hodnotou a jsou mnohdy špatně stravitelné. Na příliš alkalických půdách se často vyskytují dvouděložné byliny, s nízkou nutriční hodnotou. Optimální pH půdy pro travní porosty je v rozmezí 5,5-6,5 (Hrevušová & Hakl 2019).

Pro zakládání nebo obnovování travních porostů je využíváno směsí trav a jetelovin. Z volně trsnatých trav jsou do směsí nejčastěji zařazovány druhy jílek vytrvalý (*Lolium perenne* Linnaeus), jílek mnohokvětý (*Lolium multiflorum* Lamarck), srha laločnatá (*Dactylis glomerata* Linnaeus), bojínek luční (*Phleum pratense* Linnaeus) a kostřava luční (*Festuca pratensis* Hudson). Z výběžkatých trav jsou často používány lípnice luční (*Poa pratensis* Linnaeus), psárka luční (*Alopecurus pratensis* Linnaeus) a kostřava rákosovitá (*Festuca arundinacea* Schreber). Jeteloviny jsou ve směsích nejčastěji zastoupeny druhy jetel luční (*Trifolium*

pratense Linnaeus), jetel plazivý (*Trifolium repens* Linnaeus) a v menší míře štírovník růžkatý (*Lotus corniculatus* Linnaeus). Se zvyšujícím počtem sečí se mění druhová skladba travního porostu a začínají se objevovat jiné druhy rostlin. Z pohledu ekologie je pestrý porost vnímán jako velmi vhodný, avšak z pohledu agronomického je pestrý porost negativní, neboť dozrává nerovnoměrně a mnohdy je nutričně nekvalitní (Hrevušová & Hakl 2019).

Při silážování trvalých travních porostů hovoříme o takzvané siláži o vyšší sušině často neodborně nazývané „senáž“. Před silážováním travního porostu je doporučeno zjistit obsah sušiny píce, a to nejlépe jeden maximálně dva dny před sklizní. Pokud vykazuje porost sušinu kolem 30 % je doporučen sběr hmoty do tří hodin od posečení bez nutnosti zavádání. Při sušině 20-25 % je vhodné alespoň jedno obrácení posečené hmoty před vlastním sběrem. Při sušině pod 20 % je doporučeno pokos obracet dvakrát a vlastní sběr by měl být realizován do 48 hodin od posečení (Douša 2021). Travní porosty jsou sklizeny ve vegetační fázi metání, kdy rostliny obsahují vysoký podíl zkvasitelných sacharidů a zároveň poskytují dostatečně vysoký výnos. Odkládání sklizně má za následek snižování obsahu vodorozpustných sacharidů v rostlině a tvorbu nestravitelných rostlinných pletiv (Mudřík 2012).

Při sklizni by měla být výška strniště více jak 6 cm, neboť kratší strniště výrazně snižuje následné obrůstání a regeneraci porostu (Phillips 2014). Při sečení travního porostu založeného na orné půdě nebo na vlhkém stanovišti by měla být zachována výška strniště 7-8 cm (Mudřík 2012).

Rychlost zavádání posečené píce je vázána na povětrnostní podmínky, vliv má rovněž použití prstových či válcových mačkačů. Mačkači je posečená píce mechanicky narušena a tím je urychlen výpar vody z hmoty (Doležal et al. 2021). Píce je rovnoměrně uložena a načechrána jak mačkači, tak při následném obrácení a rozhození pomocí obracečů píce. Široký rozhoz píce je důležitý pro rychlé a rovnoměrné zavádání zejména v počáteční fázi vadnutí, kdy stále probíhá v rostlinných pletivech fotosyntéza. S probíhající fotosyntézou a výdejem vody stoupá v rostlinné hmotě podíl zkvasitelných sacharidů, které jsou zároveň spotřebovávány epifytní mikroflórou. Jelikož rozvoj nežádoucích mikroorganismů zhoršuje hygienickou kvalitu píce, je doporučeno zkrátit dobu zavádání na minimum (Friedrichsen 2023). Při delším zavádání stoupá podíl hrubé vlákniny a klesá energie využitelná v konzervačním procesu (Doležal et al. 2021). Píce by měla být shrnována na řádek, jakmile je dosaženo hodnoty sušiny kolem 35 %. Obsah sušiny píce pro sběr je v rozmezí 35-40 %. Rychlost zavádání je závislá na použité technologii sklizně, povětrnostních podmínkách a expozici pozemku. Píce na pozemku ve vyšší poloze s jižní expozicí bude zavadat výrazně rychleji a měla by být sečena jako poslední. Důležitým faktorem je rovněž správné nastavení a seřízení shrnovače píce. Nesprávně nastavený shrnovač by mohl píci kontaminovat zeminou a tím zcela narušit hygienickou kvalitu píce (Mudřík 2012).

Doporučená délka částic řezanky se u siláže z trav pohybuje v rozmezí 10-35 mm, jiné zdroje uvádějí optimální délku v rozmezí 30-50 mm (Mudřík 2012; Novotný 2022). Řezanka kratší než 10 mm způsobuje špatnou strukturu krmiva (Mudřík 2012).

Délka částic je nastavena na základě sušiny sklizené hmoty. Kratší řezanka je doporučena, pokud sušina sklizené hmoty přesáhne 35 %. Pokud je však hodnota sušiny v rozmezí 27-35 % je vhodné nastavit délku řezanky na 25-35 mm (Novotný 2022). Tabulka 4. popisuje metodu orientačního stanovení sušiny píce takzvaným ručním testem (Hubálek & Houdek 2020).

Tabulka 4.: Orientační stanovení sušiny ručním testem (Hubálek & Houdek 2020)

Projevy při ručním testu zakroucením posečené hmoty	TS-sušina
Silný únik šťávy i při mírném zatočení rukou. Čerstvě posečeno.	<20 %
Silný únik šťávy při silném zatočení rukou.	25 %
Při zatočení únik šťávy cítím mezi prsty a ruce jsou vlhké.	35 %
Po silném zatočení stále cítím silnou vlhkost v ruce.	40 %
Po silném zatočení stále cítím slabou vlhkost v ruce.	45 %
Po silném zatočení ruce zůstávají zcela suché.	>45 %

Při silážování travní píce je optimální ošetřit siláž aditivem, které zajistí kvalitní a rychlý průběh fermentace (Novotný 2021). Neošetřená travní siláž má vysoké pH a je tedy vhodným místem pro rozvoj nežádoucích skupin mikroorganismů (Franco et al. 2022).

Výsledná výživná hodnota siláže je ovlivněna řadou faktorů a postupů, které je třeba dodržet. Volbu termínu sklizně ovlivní botanické složení porostu. Vhodnou dobu pro sklizeň je dobré zvolit na základě vegetačního stádia převažující pícniny v porostu. V poslední řadě je výživná hodnota ovlivněna kvalitou a průběhem fermentace siláže (Doležal et al. 2021).

Kvalita fermentace je ovlivněna zejména mikroflórou sklizené hmoty. Ta může být výrazně narušena kontaminací zeminou. Kontaminace může být způsobena například špatným nastavením žacího stroje a výškou strniště (Novotný 2021). Siláž však může být kontaminována jakoukoliv další manipulací. Je doporučeno při obracení a shrnování kontrolovat nastavení obracečů a shrnovačů píce, aby nedošlo k promíchání silážované hmoty se zeminou. V poslední řadě je nezbytné zajistit, aby dopravní prostředky, jež odváží silážní hmotu z pole do silážního žlabu tuto hmotu nekontaminovali blátem a půdou z pneumatik a podvozku (Douša 2021). Neošetření siláže inokulantem společně s kontaminací vede k neřízené fermentaci a vysoké produkci kyseliny octové. Takto nekontrolovatelně produkovaná kyselina octová má za následek zhoršení hygienické kvality siláže. Přidáním inokulantu obsahujícím heterofermentativní bakterie mléčného kvašení je zajištěna řízená fermentace a produkce kyseliny octové společně s kyselinou mléčnou jež účinně a rychle snižuje pH (Franco et al. 2022). Heterofermentativní přípravky bývají zpravidla dražší a pro uskutečnění fermentace využívají větší množství energie. Je možné tyto přípravky nahradit inokulanty na bázi homofermentativních bakterií, které produkují pouze kyselinu mléčnou a spotřebovávají méně energie (Douša 2021).

Travní siláž je možné ošetřit také čistě chemickými konzervanty na bázi kyselin a solí. Siláž ošetřená chemickým konzervantem na bázi kyseliny mravenčí, kyseliny propionové, mravenčanu sodného a sorbanu draselného v koncentraci 5 l/t čerstvé píce vykazovala nižší spotřebu vodorozpustných sacharidů. To je výhodné pro konzervaci porostů, jež před silážováním vykazují nízký obsah vodorozpustných sacharidů a hrozí nedostatečná mikrobiální fermentace (Franco et al. 2022). Siláž by měla být v silážním prostoru řádně vrstvena, aby došlo ke správnému udusání. Pro dusání by se měl využít těžký dopravní prostředek nejlépe osazený rozhrnovacím a dusacím zařízením. Siláž ze zavadlé hmoty o sušině 35 % by měla být udusána alespoň na objemovou hmotnost 250 kg.m⁻³. Velmi dobře udusaná siláž při sušině 35 % vykazuje objemovou hmotnost 500 kg.m⁻³ a více (Mudřík 2012).

3.2.1.3 Těžce silážovatelné pícniny

3.2.1.3.1 Vojtěška setá (*Medicago sativa* Linnaeus)

V současné době je vojtěška setá nejvíce pěstovanou vytrvalou pícninou v České republice na orné půdě. Vojtěška je teplomilná rostlina, která snáší suché podmínky. Bývala pícninou nižších oblastí, avšak se změnou klimatu je pěstována i ve vyšších nadmořských polohách. Pro pěstování vojtěšky je vyžadována hluboká půda bez vyššího obsahu skeletu. Při pěstování vyžaduje větší množství vápníku v půdě a optimální hodnoty pH půdy 6,8 až 7,2 (Lang 2022).

Vojtěšku setou je vhodné vysévat do hloubky 5-15 mm, ideální teplota pro klíčení je 10 °C. Před setím a po setí by mělo být provedeno válení, aby bylo zajištěno maximálního kontaktu semene s hlínou (Novotný 2021).

U rodu *Medicago* je vytvářena symbióza s půdními hlízkovými bakteriemi *Rhizobium meliloti*. Při růstu rostliny na stanovišti jsou do půdy prostřednictvím kořenového systému vyměšovány fenolické látky. Hlízkové bakterie reagují na přítomnost fenolických látek a pronikají skrze kořenové vlášení do primární kůry kořene. Po průniku do kořene vylučují bakterie hormony cytokiny, které navodí dělení rostlinných buněk. Na kořenech jsou vytvořeny hlízky, které jsou osídleny hlízkovými bakteriemi. V infikovaném rostlinném pletivu se činností bakterií tvoří barvivo leghemoglobin. Leghemoglobin v místě působení snižuje koncentraci volného kyslíku. Přeměna vzdušné molekuly dusíku na amoniak je anaerobní proces, při kterém je nežádoucí přítomnost kyslíku. Symbióza bakterií *Rhizobium meliloti* s rostlinou je oboustranná. Bakterie poskytují rostlině dusík a rostlina dodává bakteriím sacharidy, jež jsou zdrojem energie pro metabolické procesy. Zhruba 20 % energie vzniklé při fotosyntéze je spotřebováno hlízkovými bakteriemi na fixaci vzdušného dusíku. K fixaci jedné molekuly dusíku je zapotřebí 16 molekul adenosin trifosfátu (ATP). Kořenový systém vojtěšky seté prorůstá velmi hluboko do půdy, běžně kolem 2 metrů, avšak tenké kořeny byly nalezeny v hloubce až 12 metrů. Silným kulovitým kořenem vojtěšky je rozrušena utužená vrstva podorničí a zlepšena průchodnost vody do hlubších vrstev (Lang 2022).

Po sklizni vojtěšky seté je zanecháno velké množství posklizňových zbytků v půdě, zhruba 7-12 tun sušiny na hektar. Například u kukuřice seté vzniká pouze 1,5-4,6 tun sušiny posklizňových zbytků na hektar (Lang 2022).

Optimální časové období pro sklizeň porostu vojtěšky seté na siláž je před fází butonizace ve které jsou zakládána květní poupata. V tomto období má rostlinná hmota vysoký podíl energie, poskytuje relativně vysoký výnos a vykazuje dobrou stravitelnost. Butonizace je kompromisem mezi kvalitou a výnosem píce, trvá pouze krátké období, zhruba 5 až 7 dní. V této fázi je největší podíl hmoty zaujímán listy. Ty jsou nositeli nejvyššího množství energie (Lang 2022). Z celkového množství bílkovin rostliny je 70 % obsaženo v listech a z minerálních látek je v listech obsaženo 90 %. Zároveň listy obsahují minimální podíl vlákniny, proto je nutné zachovat maximální množství listů při sklizni pro dosažení nejvyšší krmné hodnoty píce (Novotný 2021). V pozdější růstové fázi dochází k převaze lodyh a listy spodních pater usychají a opadají. Se stárnutím rostliny dochází k poklesu obsahu dusíkatých látek, cukrů a ostatních živin. Naopak roste podíl nestravitelné vlákniny, lignifikaci rostlinných pletiv a poklesu stravitelnosti v bachoru (Lang 2022).

Obsah sušiny rostlin ve fázi butonizace je v rozmezí 15,8-20,3 % což je nevhodné pro jednofázovou sklizeň (Lang 2022).

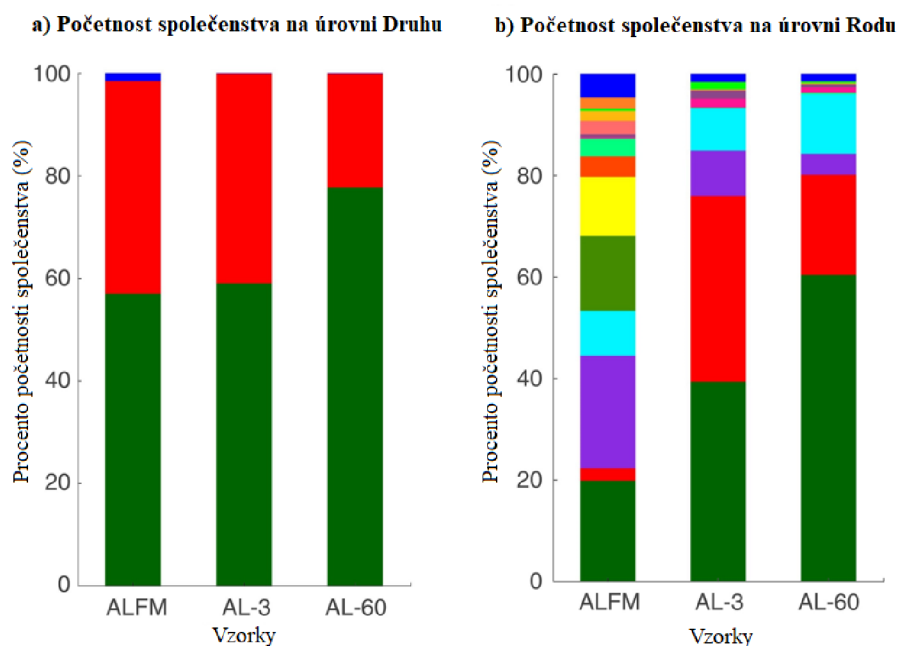
Výška sečení porostu vojtěšky seté je optimální v rozmezí 5-10 cm. Vojtěška setá na rozdíl od trav při obrůstání čerpá energii a živiny uložené v kořenovém systému, u trav dochází při obrůstání k čerpání energie uložené ve spodní části nadzemní hmoty rostliny (Mahanna & Thomas 2015). Výškou strniště minimálně 8 cm je umožněno proudění vzduchu pod posečenou pící a je dosaženo rychlejšího zavadání. Vojtěška a obecně jeteloviny jsou pícniny s vysokou pufrační kapacitou a nízkým obsahem zkrasitelných sacharidů. V průběhu zavadání dochází ke spotřebě sacharidů v procesu buněčného dýchání rostlin, proto je nezbytné zavadání zkrátit na minimum. Použití kondicionéru žacího stroje je velmi vhodné, a výrazně urychluje zavadání rostlin. Nedoporučuje se použití prstového kondicionéru, neboť způsobuje odrol lístků. Pro úpravu posečené hmoty se nejlépe hodí kondicionéry válcového typu, které nezpůsobují tak vysoké ztráty (Novotný 2021).

Důležitá je kontrola a nastavení strojů používaných pro sklizeň píce. Kvůli vysoké pufrační kapacitě je velice důležitá hygiena sklizené hmoty. Je důležité zabránit kontaminaci silážované hmoty zeminou a tím předejít nežádoucí fermentaci při silážování (Novotný 2021).

Délka řezanky se odvíjí v závislosti na obsahu sušiny silážované hmoty. Pokud je sušina optimální v rozmezí 30-35 % je doporučeno zvolit řezanku o délce 25-35 mm. Pro silážování sušší hmoty s obsahem sušiny nad 35 % je vhodné zvolit kratší řezanku o délce 10-25 mm. Při dusání bude vzduch efektivně vytlačen a vznikne optimální prostředí pro rozvoj bakterií mléčného kvašení (Novotný 2021).

Kvůli vysoké pufrační kapacitě vojtěškové siláže je dobré při silážování použít silážní aditivum (Novotný 2021). Na trhu jsou nyní dostupné přípravky na bázi biologické s obsahem bakterií mléčného kvašení nebo na bázi chemické s obsahem organických kyselin a solí kyselin. Bakteriální inokulanty nejčastěji obsahují kombinaci kmenů *Lactobacillus plantarum* a *Pediococcus pentosaceus*, avšak každý výrobce má své osvědčené kombinace bakterií a koncentrací. U chemických aditiv je nejčastěji používaná kombinace kyseliny mravenčí, kyseliny propionové a mravenčanu sodného (Tyrolová 2023).

Mikrobiální skladba vojtěškové siláže v průběhu silážování se mění a závisí především na kontaminaci zavadlé píce a použitím silážního aditiva. Průběh silážování vojtěškové píce bez použití aditiv s ohledem na mikrobiální zastoupení znázorňuje obrázek 2.



Obrázek 2: Mikrobiální kompozice vojteškové siláže na úrovni (a) Kmenu a (b) Rodu (Wang et al. 2022).

ALFM – čerstvě posečená píce

AL-3 – Píce silážována po dobu 3 dny

AL-60 – Píce silážována po dobu 60 dnů

Obrázek (a) znázorňuje složení bakteriálního společenství na úrovni kmenů v průběhu silážování. Nejrozšířenějším kmenem v čerstvé píci byl *Firmicutes* (57,0 %) jež je v grafu vyjádřen zelenou barvou. Druhým nejvíce zastoupeným kmenem byl *Proteobacteria* (41,4 %) jež je v grafu vyjádřen červenou barvou. Ostatní kmeny bakterií jsou vyjádřeny modrou barvou. V průběhu silážování narůstal kmen *Firmicutes* na konečných 77,7 % v 60. den silážování. Kmen *Proteobacteria* v 60. den silážování představoval 22,2 %.

Obrázek (b) znázorňuje složení bakteriálního společenství na úrovni rodů v průběhu silážování. Podíl rodu *Lactococcus* znázorněný fialovou barvou se snížil z původních 22,2 % v čerstvé píci na 8,93 % v 3. den silážování a na konečných 4,16 % v 60. den silážování. Relativní zastoupení rodu *Lactobacillus* znázorněné zelenou barvou se postupně zvyšovalo z 19,9 % u čerstvé píce, přes 39,3 % v 3. den silážování, na konečných 60,4 v 60. Relativní zastoupení rodu *Enterobacteriaceae* znázorněné červenou barvou stouplo z 2,41 % v čerstvé píci, na 36,6 % v 3. den silážování a poté kleslo na 19,7 % v 60. den silážování. Relativní četnost rodu *Weissella* znázorněná světle modrou barvou postupně stoupla z 8,83 % v čerstvé píci na konečných 11,7 % v 60. den silážování (Wang et al. 2022).

Podmínky a kvalita píce pro silážování nejsou vždy ideální a velice se liší v rámci stanovišť a podnebních podmínek. Pro vojtešku je typický nízký obsah zkvasitelných sacharidů a vysoký obsah pufrujících látek. Obecně platí, že u píce s nízkou hladinou vodorozpustných sacharidů a nedostatečnou sušinou nelze počítat s řádným průběhem fermentace. Odborníky je proto doporučováno s ohledem na vlastnosti sklizené píce použít vhodné silážní aditivum (Mikyska 2012).

Studie zaměřená na účinek inokulace vojtěškové siláže bakteriemi *Lactobacillus buchneri* prokázala pozitivní efekt na zachování živin a aerobní stabilitu. V experimentu byl rovněž zkoumán vliv čerstvé syrovátky v kombinaci s *Lactobacillus buchneri* na konzervaci vojtěškové siláže. Výsledky prokázali že přidáním syrovátky v koncentraci 30 g/kg siláže v kombinaci s bakteriálním inokulantem *Lactobacillus buchneri* v koncentraci 3×10^8 KTJ/g siláže způsobilo vyšší koncentraci mastných kyselin v siláži. Zároveň tato kombinace neměla vliv na hodnoty neutrálně-detergentní vlákniny (NDF) a acido-detergentní vlákniny (ADF). Inokulace bakteriálního přípravku společně se syrovátkou vedla k rychlému snížení pH, potlačení rozvoje kvasinek, zvýšení aerobní stability a nutriční kvality siláže (Besharati et al. 2021).

3.2.1.4 Porovnání nutričních charakteristik siláží

Tabulka 5.: Porovnání nutričních charakteristik siláží z různých druhů píce (Schmutz et al. 2013; Uher et al. 2019; Robinson 2020; Besharati et al. 2021; Garcia 2021; Ferraretto 2021; Esen et al. 2022; Franco et al. 2022).

	Travní siláž	Vojtěšková siláž	Žitná siláž	Siláž z Triticale	Kukuřičná siláž	Čiroková siláž
Sušina (%)	36,5	36,1	38,5	33,2	32,9	24,7
Hrubý protein (g/kg suš.)	143	214	148	144	60,7	75,4
Hrubý tuk (g/kg suš.)	34	30,6	39	37	-	-
Sacharidy (g/kg suš.)	37	49	67	51	3	15,4
ADF (g/kg suš.)	300	335	375	381	235	309
NDF (g/kg suš.)	517	383	577	585	520,5	554,4
Škrob (g/kg suš.)	-	-	17	23	250	153
Amonný N (g/kg N)	21	55,5	-	-	75	86,2

3.2.2 Seno

Seno je v porovnání s ostatními objemnými krmivými velice variabilní. Variabilita je způsobena botanickým složením porostu, a především způsobem sklizně a skladování sena. Kvalitní seno by mělo obsahovat méně než 26-28 % vlákniny a stravitelnost organické hmoty více jak 70 %. Pro výrobu kvalitního sena je nutné sklízet pícniny v optimální fázi zralosti. V praxi je píce na seno často sklizena v nesprávné vegetační době, kdy je porost příliš starý a nutričně není tolik kvalitní. Ideální období pro sklizeň porostu na seno je obvykle jen 10-12 dní a podle toho je nutné řídit sklizeň. Pro sklizeň kvalitního sena jsou nezbytné optimální podnební podmínky. Ztráty živin vyluhováním sena na pokosu mohou být vysoké a hrozí zde rozvoj nežádoucích bakterií a plísní. Ztráta živin může být způsobena i jinými faktory než jen vyluhováním. Pozdní seč porostu tvoří zhruba 20 % ztrát živin, doba zavádání tvoří zhruba 5 % ztrát živin a mechanický odrol listů při manipulaci tvoří až 20 % ztrát živin ze sena. Ztráty vznikají také při skladování, například záhřev sena může způsobit 10-25 % ztrátu živin, pokud je záhřev příliš vysoký hrozí vznícení sena a ztráta kompletně celé skládky. Proto je nutné

docílit optimální hodnoty sušiny při naskladnění sena do skladovacích prostor, případně učinit určitá opatření, aby nedocházelo ke ztrátám živin a znehodnocení sena (Doležal et al. 2018).

Optimální hodnota sušiny při sběru sena je zásadní. Hodnota sušiny udává, zda je třeba seno dále upravovat nebo může být bez dalších zásahů uskladněno. Pokud je obsah sušiny sklizeného sena v rozmezí 83-85 % není třeba provádět žádné další úpravy (Gaislerová 2021).

Je-li seno volně skladováno v seníku je možné využít technologie nucené ventilace volně loženého sena (Doležal et al.). Pokud je použita tato technologie je možné sbírat seno při hodnotě sušiny 60-75 %. Pokud je při dosoušení využíván teplý vzduch je možné seno sbírat při sušině 50-55 % (Gaislerová 2021). Touto technologií je do skladovaného sena vháněn vzduch pomocí ventilátorů a podroštových kanálů, vzduch je v závislosti na technologii buď studený nebo temperovaný. Vzduch průchodem skrze naskladněné seno jímá vlhkost a tím seno ochlazuje a dosouší. Píce by měla být dosoušena ve vrstvě maximálně 3 metry a rychlost vháněného vzduchu by měla být optimálně 5-14 m³/s. Provětrávání by mělo být zahájeno ihned po naskladnění jinak dochází ke sléhávání, zahřívání a plesnivění. Ventilaci je doporučeno provádět až do fáze, kdy je teplota vycházejícího vzduchu stejná jako teplota vháněného vzduchu. Čerstvě naskladněné seno s vyšší vlhkostí je doporučeno intenzivně dosoušet i při vyšší relativní vzdušné vlhkosti. Seno je tím ochlazováno a nedochází k rozvoji plísní (Doležal et al. 2018).

Při lisování sena do balíků je nutné docílit minimální vlhkosti sena s hodnotou sušiny 83 % a více. Je-li sušina píce nižší jak 81 % není doporučeno takovou píci lisovat, neboť hrozí zahřívání a rozvoj plísní. Pokud není možné dosáhnout požadované vlhkosti je možné seno lisovat i při nižší hodnotě sušiny 81-83 % s použitím aditiv (Doležal et al. 2019; Gaislerová 2021). Ke konzervaci jsou nejčastěji využívány přípravky na bázi kyseliny propionové a solí organických kyselin v dávce 0,8-2 % hmotnosti sena. Aby bylo zamezeno pronikání půdní vlhkosti do slisovaného sena je třeba balíky co nejdříve naskladnit do skladovacích prostor (Doležal et al. 2018).

Kvalitní seno má příznivé dietetické účinky ve výživě zvířat. Zlepšuje příjem krmiv a zároveň pozitivně ovlivňuje činnost předžaludku u přežvýkavců. V poslední řadě má kvalitní seno pufrací efekt bránící překyselení bacherového obsahu a zajišťuje dobrou strukturu krmné dávky v chovech skotu (Doležal et al. 2018).

Rizika skladování sena

Pokud je seno skladováno s hodnotou sušiny vyšší než 85 % hrozí riziko samozáhřevu. Jedná se o biochemicko-mikrobiální proces výrazně snižující krmnou hodnotu sena a v krajních případech hrozí vznik požáru (Gaislerová 2021). Každý samozáhřev sena je nežádoucí, je snižována nutriční hodnota krmiva a stravitelnost organických živin. Při vysoké teplotě je redukována využitelnost bílkovin, které vytvářejí nestravitelné sloučeniny, tento proces se nazývá Maillardova reakce (Doležal et al. 2018).

Při vyšší vlhkosti naskladněného sena u rostlin dobíhá respirační proces a mikrobiální aktivita vedoucí k postupnému zvyšování teploty. Samozáhřev způsobuje značné ztráty a snížení stravitelnosti. Pokud samozáhřev proběhne do teploty 40 °C je stravitelnost dusíkatých látek snížena o 10-30 %. Stoupne-li teplota na 50-70 °C ztráty stravitelnosti dusíkatých látek se pohybují v rozmezí 60-80 %. U teplot nad 70 °C dochází k masivním ztrátám na stravitelnosti dusíkatých látek 80-100 % a hrozí vznik požárů (Doležal et al. 2018). V naskladněném seně by

měla být kontrolována teplota v intervalech jedenkrát denně v první měsíc naskladnění a v dalších měsících jedenkrát týdně. Pokud teplota sena dosáhne rozmezí 65-70 °C je nutné zastavit ventilaci a seno opatrně vyskladnit ze skladovacích prostor a počkat, než jeho teplota klesne (Gaislerová 2021). Pokud by nebylo seno vyskladněno a probíhala dál řízená ventilace teplota by postupně stoupala a při teplotách nad 170 °C hrozí za přístupu kyslíku oxidace celulózy a vznícení naskladněného sena (Doležal et al. 2018).

Prevenčí proti vzniku samozáhřevu sena je uskladňovat píci se sušinou vyšší jak 85 % (Gaislerová 2021). Pravidelně po uskladnění sledovat kolísání teplot v seně a případně učinit vhodná opatření, aby bylo zabráněno vysokým ztrátám živin nebo v krajních případech vzniku požáru (Doležal et al. 2018).

3.2.2.1 Travní porosty

Trvalé travní porosty tvoří zhruba jednu čtvrtinu zemědělské půdy (Novotný 2021). Produkce trvalých travních porostů je dotována prostředky z Evropské Unie, neboť rozvíjí pestrost krajiny a zachovává biodiverzitu (Přibík 2023). Většina zemědělských producentů hospodaří na trvalých travních porostech v režimu ekologického zemědělství. Na podporu ekologického zemědělství bylo v roce 2023 vyčleněno 1,54 miliardy korun z Programu rozvoje venkova. Dotační titul je však podmíněn minimální intenzitou chovu hospodářských zvířat (Fialová 2023). Podmínky dotace rovněž zahrnují termín, kdy je možné porost sklídit a zároveň je stanovena výměra jež nesmí být posečena (VeJVodová 2016). Podmínky dotačních programů jsou jeden z důvodů, proč je travní porost v praxi sklízen v nesprávné vegetační fázi. Trávy by měly být sklizeny na počátku metání. Nevhodné je sklízet trávy ve fázi kvetení nebo po odkvětu kdy je zvyšován podíl nestravitelných rostlinných pletiv a snižována stravitelnost. Pokud je porost sklízen v pozdější vegetační fázi, již není možné vyrobit z porostu kvalitní seno s požadovanou nutriční kvalitou. Tabulka 6. zobrazuje vliv vegetační fáze travního porostu na stravitelnost (Doležal et al. 2018).

Tabulka 6.: Vliv vegetační fáze na kvalitu travního porostu při sklizni (Doležal et al. 2018)

Termín sklizně	Vývojové stádium	Obsah vlákniny (% v sušině)	Stravitelnost organické hmoty (%)
Velmi časný	Před metáním	<22	>78
Středně časný	V metání	22-25	73-78
Středně pozdní	Počátek kvetení	26-28	66-72
Pozdní	Konec kvetení	29-32	60-65
Velmi pozdní	Přestárlý porost	>32	<60

Stravitelnost vlákniny je u trav vyšší než u leguminóz. Trávy v optimální fázi zralosti obsahují až 70 % neutrálně detergentní vlákniny (NDF) zatímco leguminózy obsahují v optimální fázi zralosti pouze 50 % NDF (Rankin 2023). Neutrálně detergentní vlákninou je podporována správná funkce bacheru přežvýkavců, avšak obsah vlákniny není všechno. Důležité je, aby vláknina byla dobře stravitelná a mohla být využita bacherovými

mikroorganismy (Ježková 2023). Proto je nutné sklízet trávy ve fázi před metáním. V této fázi je stravitelnost NDF vysoká a zároveň porost poskytuje dostatečně velký výnos (Rankin 2023).

Při sečení porostu trav je vhodné ponechat delší strniště. Trávy na rozdíl od vojtěšky seté obrůstají ze zásobních látek uložených v listech a hrozí, že při příliš nízkém řezu nebude mít rostlina dostatek energie pro regeneraci. Porost poté hůře obrůstá a v průběhu seči odumírá a hrozí zvýšení podílu plevelných rostlin a zhoršená skladba porostu. Sečení je vhodné provádět ve výšce 8-10 cm, aby dostatečný podíl listů zůstal stále na rostlině. Vyšším strništěm je rovněž píce ponechána vysoko nad půdou a je zde nižší riziko kontaminace zeminou a půdními mikroorganismy (Rankin 2020).

Doba zavadání by měla být co nejkratší, aby bylo zamezeno ztrátám živin. Zavadání je možné urychlit použitím mačkačů žacích strojů a intenzivním obracením pokosené hmoty. Tím je zkrácena doba, po kterou rostliny dýchají a spotřebovávají energii uloženou v listech. Velikost respiračních ztrát živin se pohybuje v rozmezí 5-10 % a závisí především na délce zavadání a počáteční sušíně porostu. Respirace je zastavena, pokud sušina pokosené hmoty dosáhne hodnot 62-65 %. S rostoucí sušinou hmoty stoupá křehkost stonků a listů. Ztráty tak mohou vznikat při manipulaci s píci při obracení nebo nahrabování. Je důležité správné nastavení shrnovačů a obrazečů píce, aby odrol byl minimální. Mechanické ztráty sušiny způsobené manipulací se pohybují v rozmezí 6-18 % (Doležal et al. 2018).

3.2.2.2 Vojtěška setá (*Medicago sativa* Linnaeus)

Vojtěška setá by měla být sklizena ve fázi počátku butonizace, kdy rostliny obsahují vysoký podíl bílkovin a zároveň nízký obsah vlákniny (Doležal et al. 2018).

Jak vojtěška postupně dozrává je zvyšován podíl stonku a podíl listů naopak klesá. S vyšší zralostí rostliny stoupá podíl vlákniny a klesá podíl bílkovin a dalších stravitelných živin rostliny. Stonek je zpevňován ukládáním ligninu do buněčných stěn rostlinných pletiv. Lignin zpomaluje trávení vlákniny a snižuje využitelnost v průběhu trávení v bacheru (Macdam & Bohle 2022).

Tabulka 7.: Vliv vegetační fáze vojtěšky seté na hodnoty ADF, NDF a RFV (Gaislerová 2021).

Vegetační fáze	ADF (%)	NDF (%)	RFV (%)
vegetativní fáze	28	38	164
butonizace	30	40	152
začátek kvetení	32	43	138

ADF – acidodetergentní vláknina

NDF – neutrálně detergentní vláknina

RFV – relativní krmná hodnota

Z tabulky 7. vyplývá že různá vegetační fáze má vliv na obsah vlákniny a s postupným stárnutím porostu klesá jeho relativní krmná hodnota (Gaislerová 2021).

Listy mají obsah neutrálně detergentní vlákniny 15-20 % oproti stonku, kde je obsah neutrálně detergentní vlákniny 60-70 %. Listy mají také ve srovnání se stonkem dvakrát až

čtyřikrát vyšší obsah hrubého proteinu. Ve stádiu butonizace je podíl listů ku stonku vyrovnaný. Vyskytují se však odchylky v závislosti na podnebních podmínkách, zdraví porostu nebo odrůdě. Ke ztrátám listů při sklizni může docházet například při napadení porostu houbovými chorobami. Nejčastěji je porost napaden houbovými chorobami ve vlhčích stanovištích, avšak tento problém lze vyřešit včasnou sklizní nebo výběrem odrůdy. Dalším faktorem, který způsobuje odrol listů je mechanická úprava posečené hmoty. Pro rychlejší zavádání je často doporučováno využít kondicionérů žacíh strojů. U vojtěšky seté je nevhodné pro mechanickou úpravu použít cepový kondicionér, který způsobuje masivní odrol listů. Vhodnějším typem je kondicionér válcový, jež zanechává listy na stonku a pouze mechanicky rozmáčkne rostlinná pletiva. Je doporučeno s pokosem manipulovat časně ráno, kdy je přítomna rosa a odrol listů není tak masivní. Optimální podíl listů ku stonku v seně by měl být vyšší než 40 %, optimální hodnota je pak 45 % (Rankin 2022).

Optimální hodnota sušiny vojtěškové píce pro sklizeň na seno je v rozmezí 83-85 %. Při nižší hodnotě sušiny je možné seno konzervovat pomocí aditiv, které zabrání nežádoucí mikrobiální aktivitě a umožní zachování živin sena (Gaislerová 2021). Studie zaměřená na konzervaci vlhkého vojtěškového sena sledovala účinek bakterie *Pediococcus pentosaceus* v kombinaci s enzymem chitinázou. Výsledky studie naznačují, že je možné lisovat vojtěškové seno o vlhkosti 21,4 % s použitím konzervačního prostředku. Konzervace zajistí, že píce bude mít podobné nutriční vlastnosti jako píce sklizená v optimální sušině bez použití aditiv. Přípravky na bázi *Pediococcus pentosaceus* a chitinázy mohou vytvořit kvalitní objemné krmivo i za nepříznivých povětrnostních podmínek, kdy není možné docílit optimální hodnoty sušiny (Jin et al. 2020).

3.3 Silážní aditiva

Silážní aditiva jsou látky nebo přísady které zlepšují kvalitu a průběh fermentačního procesu. Cílem aplikace silážních aditiv je podpoření správného průběhu fermentace a dobré aerobní stability. Pokud je v průběhu silážování využito silážního aditiva, lze proces označit jako řízenou fermentaci. Silážních přípravků je mnoho druhů a jsou specializovány na různé vlastnosti konzervované píce. Je nutné na základě vlastností silážované pícniny zvolit vhodný silážní přípravek a řídit se pokyny odborníků, jinak hrozí že silážní přípravek neposkytne žádaný efekt. Silážní aditiva slouží ke zlepšení fermentačního procesu a zvyšují kvalitu siláží (Loučka et al. 2021).

Silážní přípravek může nahradit nedostatečné množství zkvasitelných sacharidů nebo eliminovat faktor nízkého zastoupení bakterií mléčného kvašení v epifytní mikroflóře (Hernandez 2019). Většina přípravků však nedokáže zakrýt agrotechnické nedostatky vzniklé v průběhu silážování. Je proto nutné dodržovat základní pravidla a doporučení pro výrobu kvalitních siláží. Silážní aditivum má pouze potenciál vytvořit z dobré siláže lepší siláž, ale nezachrání siláž, jež byla špatně technologicky sklizena nebo sklizena v nesprávnou vegetační dobu (Loučka et al. 2021).

Konzervační přípravky jsou používány hlavně z důvodu rychlého snížení pH silážované hmoty, omezení ztrát živin, omezení odtoku silážní tekutiny nebo zajištění dobré aerobní stability při zkrmování (Loučka et al. 2021).

Přípravky jsou na trhu dostupné v různých formách. Aditiva lze zakoupit ve formě tekuté, rozpustné, granulované nebo práškové a v různých typech obalů. Od typu přípravku a formy ve které je prodáván se odvíjí trvanlivost. Obecně platí, že biologické inokulanty mají kratší dobu trvanlivosti než chemická aditiva (Loučka et al. 2021).

3.3.1 Biologická aditiva

Biologická silážní aditiva jsou souhrnně nazývána inokulanty a jsou nejčastěji užívanými přípravky pro silážování (Tyrolová 2023). Principem inokulantů je stimulace fermentačního procesu dodáním bakterií mléčného kvašení, které za anaerobních podmínek fermentují rostlinné sacharidy na kyselinu mléčnou a octovou (Loučka et al. 2021). Bakteriální inokulanty mohou být k dostání v kombinaci s enzymy jež podporují hydrolýzu lignohemicelulózových vazeb a uvolnění substrátu využitelného mléčnými bakteriemi (Příkryl 2012).

Inokulanty obsahují bakterie mléčného kvašení, které jsou většinou lyofilizovány a uloženy v nosiči kterým je nejčastěji polysacharid. Jako nosiče jsou využívány sacharidy jako dextróza, laktóza nebo glukóza. K sacharidu může být přidána i jiná látka například uhličitan vápenatý nebo sušená syrovátka (Loučka et al. 2021).

Na trhu jsou přípravky, jež kromě bakterií obsahují také enzymy a ty napomáhají rozložení sacharidů s delším řetězcem. Enzymy ovšem fungují jen v určitém rozmezí pH a pokud je hodnota pH mimo toto rozmezí enzymy jsou neúčinné. Enzymy je nutné aplikovat v kombinaci s bakteriemi, neboť samotný enzym neslouží jako konzervační látka. Enzym pouze vytváří větší množství substrátu využitelného bakteriemi na produkci kyseliny mléčné. Účinnost enzymů je zvyšována mechanickým narušením píce. Tím je zajištěno maximální zpřístupnění rostlinných pletiv. Typy enzymů využívaných v konzervačních prostředcích lze rozdělit do několika skupin podle funkce a aktivity kterou přinášejí. Používané enzymy jsou hydrolytické (celuláza, pektináza), amylolytické (Alfa-amyláza) a oxidoredukční (glukózaoxidáza) (Loučka et al. 2021). Pomocí fibrolytických enzymů může být za určitých okolností zvýšena stravitelnost silážované hmoty, avšak vysoký obsah vodorozpustných sacharidů může způsobit aerobní nestabilitu. Uvolněné sacharidy mohou být využity kvasinkami a plísněmi a způsobit tak vyšší kazivost siláže (Muck et al. 2018).

Základním požadavkem na silážní inokulant je jeho účinnost neboli schopnost produkce kyseliny mléčné. Zároveň je vhodné pohlédnout na pestrost substrátu jaký je inokulovanými bakteriemi fermentován (Loučka et al. 2021). Žádoucí je schopnost fermentovat různé typy sacharidů jako například glukózu, fruktózu, sacharózu nebo fukotzany a pentozany (Příkryl 2012). Výhodou může být například produkce různých bakteriocinů jež působí inhibičně na nežádoucí mikroflóru siláže (Loučka et al. 2021). Důležitý je intenzivní růst a dobrá konkurenceschopnost inokulovaných bakterií vůči nežádoucí mikroflóře (Příkryl 2012). Dalším kvalitativním ukazatelem bakteriálních přípravků je množství bakterií, které přípravek obsahuje. Množství bakterií je udáváno v koloniích tvořících kultury na gram přípravku. Žádoucí je, aby přípravek obsahoval alespoň $1 \cdot 10^{10}$ KTJ/g. Mezi další požadavky spotřebitelů patří například jednoduchost aplikace, dávkování a nízká pořizovací cena (Loučka et al. 2021).

Výhodou biologických konzervantů v porovnání s ostatními typy konzervantů je jejich jednoduchá aplikace, nízká cena a možnost použití v režimu ekologického zemědělství. Naproti tomu mají bakteriální inokulanty nízkou trvanlivost a nelze je dlouho skladovat, zároveň pro

jejich úspěšné použití je třeba sledovat obsah sušiny konzervované píce. Když je obsah sušiny píce pod hranicí 25 % mají bakteriální inokulanty nízkou účinnost. Trvanlivost bakteriálních přípravků je zhruba jeden rok, někteří výrobci udávají i rok a půl pokud budou dodrženy správné skladovací podmínky udávané výrobcem. (Loučka et al. 2021).

3.3.2 Chemická aditiva

Chemické konzervanty jsou využívány pro přímé snížení pH v siláži přidáním organických či anorganických sloučenin do silážované hmoty. Podle sloučenin, jež chemické konzervanty obsahují je dělíme do několika skupin. První skupinou jsou chemické konzervanty, které obsahují anorganické kyseliny a soli anorganických kyselin. Nejčastěji používané anorganické sloučeniny jsou kyselina sírová, kyselina orthofosforečná a kyselina chlorovodíková. Druhou skupinou jsou chemické přípravky obsahující organické kyseliny a soli organických kyselin. Často používané organické sloučeniny jsou kyselina mravenčí, kyselina propionová, kyselina benzoová, kyselina sorbová, mravenčany, benzoany a sorbany. Posledním typem chemických konzervantů jsou selektivně působící přípravky, jež působí na epifytní mikroflóru. Tyto přípravky nejčastěji obsahují dusitan sodný, hexamethyltetramin a diacetyl (Loučka et al. 2021).

Principů účinku chemických přípravků je několik. Jedním ze způsobů je účinné snížení pH mimo bakteriální buňky silážovaného materiálu. Okolí buněk je nasyceno kyselinami, které svojí kyselostí snižují pH okolního prostředí. Druhým užívanějším typem je snížení pH uvnitř bakteriálních buněk (Loučka et al. 2021). Při disociaci organických kyselin v silážované hmotě je uvolňován kation H^+ . Ten proniká skrze buněčnou membránu do středu buňky. Buňkou je vynaloženo velké množství energie, aby bylo tomuto procesu zabráněno a tím je oslabena (Muck et al. 2018). Bakterie mléčného kvašení mají schopnost se tomuto procesu bránit a prosperovat i za nízkých hodnot pH. Organické kyseliny rovněž napomáhají k aerobní stabilitě zfermentované siláže, neboť potlačují rozvoj nežádoucích bakterií, plísní a kvasinek (Loučka et al. 2021).

Chemické konzervanty nacházejí uplatnění především při výrobě siláží s extrémními hodnotami sušiny, nebo u siláží, které mají nedostatečný obsah zkvasitelných sacharidů. Při konzervaci takových siláží jsou účinnější chemická aditiva oproti biologickým konzervantům (Loučka et al. 2021). Chemické konzervanty je doporučováno použít na konzervování horní vrstvy silážního žlabu (Tyrolová 2023). Výhodou chemických konzervantů je rychlost a účinnost snižování pH konzervované hmoty oproti biologickým konzervantům, které snižují pH pomaleji. Rychlým snížením pH je docíleno potlačení nežádoucí mikroflóry a vytvoření optimálního prostředí pro rozvoj bakterií mléčného kvašení. Chemická aditiva mají delší trvanlivost oproti biologickým a mohou být za řádných podmínek skladována tři a více let. Nevýhodou chemických konzervantů je jejich vyšší cena oproti biologickým. Dále je třeba dbát opatrnosti při manipulaci s těmito přípravky a dodržovat bezpečnostní pokyny udávané výrobcem (Loučka et al. 2021).

3.3.3 Kombinovaná aditiva

Biologická a chemická aditiva je možné navzájem kombinovat a docílit tak dvojitého účinku přípravku. Kombinované přípravky jsou zaměřeny jak na kvalitní průběh fermentačního

procesu, tak na následnou aerobní stabilitu při zkrmování siláže. Při smíchání bakteriálních a chemických aditiv však dochází ke snižování počtu kolonií živých bakterií. Je doporučováno přípravky smíchávat bezprostředně před použitím, nejlépe na řezacím stroji. Pokud je aplikace obou přípravků oddělena je podstatně vyšší šance na přežití kolonií inokulovaných bakterií mléčného kvašení. Ku příkladu, bakteriální inokulant může být aplikován na sběracím zařízení řezačky a chemický konzervant může být aplikován na metači píce, tím je omezen korozivní účinek chemických konzervantů a zvyšována šance na přežití co nejvíce kolonií bakterií. Při kombinaci chemických a biologických přípravků je třeba dodržovat doporučení výrobce případně využít rady odborníka, aby byl dosažen požadovaný efekt. Nesprávná kombinace obou přípravků může vést k neúčinnosti aditiva a špatnému průběhu fermentace (Loučka et al. 2021).

Výhodou kombinovaných přípravků je dvojitý účinek, podpoření řádného průběhu fermentace a zároveň zvýšení aerobní stability. Nevýhodou zpravidla bývá oddělená aplikace obou přípravků, s tím spojené vyšší náklady a vyšší pracnost (Loučka et al. 2021).

3.4 Skladovací prostory

3.4.1 Siláž

Skldovací prostory pro siláže mají různé konstrukce a liší se mezi sebou v délce užívání. Typy uskladnění siláží mohou být dlouhodobé za použití staveb nebo krátkodobé za využití různých vaků nebo technologie lisování do balíků. Každý typ uskladnění má své výhody a nevýhody (Loučka 2012). Siláž vyžaduje důkladné zakrytí, které zajistí dlouhodobou skladovatelnost a zamezí degradaci siláže. Je nutné siláž ochránit před mechanickými vlivy, povětrnostními podmínkami a působení kyslíku (Novotný 2022).

3.4.1.1 Silážní žlaby

Silážní žlaby jsou dvojího typu. Průjezdné silážní žlaby jsou tvořeny ze dvou rovnoběžných stěn, nebo ze tří stěn kde je pouze jedna vstupní strana. Tyto žlaby mohou být zapuštěny do země nebo nadzemní. Moderní silážní žlaby jsou výhradně nadzemního typu. Stěny žlabu mohou být svislé nebo sešikmené. Sešikmené stěny slouží k účinnějšímu dusání silážované hmoty, jak znázorňuje obrázek 3 (Loučka 2012).



Obrázek 3: Silážní žlab (foto autor)

Při dusání je využíváno váhy dusacího prostředku, nejčastěji kolového traktoru opatřeného dusacím mechanismem (Wacek-Driver 2017). Je vhodné vnitřní plochy silážního žlabu ošetřit nátěrem, odolávajícím kyselému a agresivnímu prostředí siláže. Nátěr musí být zdravotně nezávadný a pravidelně kontrolovaný (Loučka 2012). Na dně silážního žlabu musí být umístěn odtokový kanálek pro odtok silážní tekutiny, ta by měla být odváděna do jímky, aby nedocházelo ke znečišťování životního prostředí (Gaislerová et al. 2020).

Po ukončení naskladňování je nutné silážní žlab zakrýt, aby konzervační proces proběhl bez přístupu kyslíku. Pro zakrytí jsou využívány plastové folie. Moderní silážní plachty jsou složeny z několika vrstev, které účinně zabraňují průniku vzduchu do siláže a zároveň jsou odolné vůči UV záření (Novotný 2022). Po zakrytí silážního žlabu je doporučeno plachtu zatížit, aby bylo zabráněno průniku větru pod plachtu. K zatížení plachty je vhodné použít například bočnice pneumatik nebo válcové pytle s pískem. Výhoda bočnic pneumatik oproti celým pneumatikám je zjevná, bočnice nezadržují vodu jako celé pneumatiky, a tudíž nevytváří prostředí pro líhnutí například bodavého hmyzu nebo úkryt pro hlodavce (Mahanna & Thomas 2015). V menší míře je pro zatížení plachty využíváno betonových panelů nebo zeminy, avšak to má své nevýhody. Betonové panely zakryjí a účinně zatíží silážní plachtu, avšak manipulace s panely je velice náročná. Zatížení plachty zeminou má výhodu v zatížení plachty po celém rozsahu, avšak zemina je jeden z hlavních kontaminantů siláže a je třeba velké opatrnosti, aby nedošlo ke smíšení siláže se zeminou (Gaislerová et al. 2020).

Skladovací kapacita silážních žlabů je určována podle spotřeby siláže na farmě, ke spotřebě jsou dále připočítány ztráty v průběhu silážování a je vypočítána kapacita žlabu. Průměrná kapacita silážního žlabu činí 2000-5000 tun, v porovnání se silážní věží má silážní žlab zhruba desetkrát vyšší kapacitu (Loučka 2012). Šířka silážního žlabu by měla být dimenzována podle denní spotřeby siláže. Mělo by být zajištěno, že každý den bude odebráno z celé stěny žlabu zhruba 10-30 cm krmiva, aby nedocházelo k sekundárnímu kažení siláže vlivem vzduchu (Gaislerová et al. 2020).

3.4.1.2 Silážní vaky

Silážování do vaků je v poslední době velice populární. Při využití silážních vaků jsou výrazně omezeny ztráty sušiny, silážování do vaku má oproti silážování do žlabu poloviční ztráty (Loučka 2012). Při uskladnění siláže do vaku je docíleno nižšího rozkladu proteinu, zajištěna vyšší stravitelnost živin a rychlý vznik anaerobního prostředí. Zároveň silážování lze kdykoliv přerušit bez větších ztrát kvality krmiva, to je výhodou oproti silážování do žlabu (Gaislerová et al. 2020).

Vytěsnění vzduchu ze silážované hmoty je zajištěno lisem, který hmotu do vaku lisuje pod zvoleným tlakem. Objemová hmotnost siláže ve vaku je zhruba 500-700 kg/m³. Silážní lis je poháněn vývodovým hřídelem traktoru a rychlost pojezdu se odvíjí od rychlosti plnění, tlaku lisování a sušiny silážované hmoty. Běžná tloušťka folie vaku je 2,25 mm. pokud je silážována píse s nižší hodnotou sušiny tak je doporučeno použít silnější folii vaku (Loučka 2012). Folie silážního vaku je vyrobena z polyethylenu a skládá se nejčastěji ze tří vrstev. Vnější vrstva je bílá, vnitřní vrstva černá a střední vrstva slouží k ochraně před slunečním zářením (Gaislerová et al. 2020).

Vaky je doporučeno ukládat na zpevněný povrch, aby nedošlo k prasknutí vaku. Během prvních dnů od uzavření vaků je dobré vak denně kontrolovat, neboť produkce CO₂ v siláži by mohla vak roztrhnout a znehodnotit tak jeho obsah. K upouštění plynů jsou dodávány ventily, které jsou umístěny na horní část vaku. Ventily jsou uzavíratelné a nedochází k prostupu kyslíku dovnitř vaku (Loučka 2012).

Vaky jsou nejčastěji využívány menšími podniky, u kterým se nevyplatí investovat do vybudování silážních žlabů. Při použití vaků je plocha odběru siláže menší, než při použití žlabů proto je vak vhodné použít, pokud má podnik malý denní odběr siláže (Marcinková 2021).

3.4.1.3 Lisovaná siláž

Lisování siláže do balíků a následné obalení strečovou folií je praktikováno v menších podnicích. Takto uchovaná siláž má praktickou velikost a dobře se s ní manipuluje. Při zkrmování je zpracován celý balík, tudíž nedochází k oxidaci hmoty a kažení siláže. Vhodné je použít uskladnění siláže do balíků, pokud bude v budoucnu s konzervovanou pící obchodováno. Při balení siláže do balíků může být sklizeň píce prodloužena nebo rozložena do delších časových období. To je výhodné zejména za proměnlivého počasí, kdy není možné píci sklídit jednorázově. Rovněž silážování do balíků vyžaduje nižší pracovní nasazení oproti silážování do silážních žlabů či věží. Nevýhodou skladování siláže pomocí balíků je individualita každého zabaleného balíku. Snaha při konzervaci píce je vytvořit stabilní jednotné krmivo což je v případě balíků velice obtížné. Balíky je vhodné po zabalení do sítě odvázet na místo uskladnění a následně balit do folie. Předchází se tím narušení celistvosti folie při nadměrné manipulaci s balenou pící (Marcinková 2021).

Při omotávání balíku do strečové folie je doporučeno vytvořit alespoň šest vrstev folie, aby bylo zajištěno kvalitního průběhu fermentace za anaerobních podmínek (Gaislerová et al. 2020).

Při manipulaci s balíky je třeba brát ohled na hmotnost balíku. Ta v závislosti na obsahu sušiny činí 350-1000 kg. Skladovací prostor musí být hladký, aby nedošlo k protržení strečové folie. Při narušení celistvosti folie hrozí kontaminace siláže například plísněmi, které znehodnotí krmivo a znemožní jeho využití v krmné dávce.

Balená siláž je mnohdy skladována na okrajích pozemků, a ne v prostředí farmy jako je tomu v případě vaků či silážních žlabů. Skladování na okraji polí může způsobit, že siláž bude napadena zvěří, která folii balíků poškodí a znehodnotí tak uskladněné krmivo. Výjimkou není ani napadení vandaly, proto je doporučeno balenou siláž pravidelně kontrolovat a včas učinit opatření zabraňující poškození siláže (Marcinková 2021).

3.4.1.4 Silážní věže

Silážování píce do silážních věží je využíváno hlavně ve Spojených státech amerických. Největší předností věžových sil je zábor podstatně menšího prostoru oproti ostatním způsobům skladování (Loučka 2011). Od silážních věží je v dnešní době ustupováno, neboť jsou provozně nákladnější oproti ostatním typům uskladnění, mají nižší rychlost plnění a přístroje na vybírání vykazují vysokou poruchovost. Další nevýhodou silážních věží je, že pro uskladnění musí mít silážovaná hmota poměrně nízké rozpětí sušiny 30-45 %. U píce s nízkou sušinou dochází

k nadměrnému odtoku silážní tekutiny a vysokým ztrátám. V silážní věži je vzduch z píce vytlačován samotnou vahou silážované hmoty, tudíž píce v horních vrstvách věže není dostatečně udusána a špatně fermentuje. Z těchto důvodů mnoho podniků ustoupilo od silážování do věži a přešlo na jiné technologie uskladnění (Loučka 2012).

3.4.2 Seno

Seno uložené venku a vystavené povětrnostním podmínkám ztrácí časem sušinu a živiny. Ztráty mohou činit až 60 % pokud je seno odkryto a skladováno venku. Proto je vhodné seno skladovat pod přístřeškem (King 2020).

3.4.2.1 Volně ložené seno

Dnes je volně ložené seno nejčastěji skladováno ve velkokapacitních senících halového typu. Tyto seníky jsou využívány převážně velkými zemědělskými podniky. Seno je do seníku vkládáno postupně ve vrstvách a průběžně dosušeno ventilačním systémem. Seníky je nutné udržovat suché, dobře větrané a čisté. Samozřejmostí je zamezení přístupu vody v případě srážek (Gaislerová 2021).

Volně ložené seno je možné skladovat také venku, avšak je vhodné zakrýt hromadu sena přístřeškem. Na trhu je spousta firem nabízející snadno demontovatelné přístřešky, které se skvěle hodí k zastřešení hromady sena. Vhodné je zajistit optimální podloží které usnadní proudění vzduchu pod píci a zamezí průniku půdní vlhkosti do uskladněného sena. V praxi je tento problém nejčastěji řešen použitím palet jako podloží (Gaislerová 2021).

3.4.2.2 Lisované seno

Lisování sena do válcových či hranolových balíků je nejčastější způsob uskladnění sena v České republice. Seno je nejvhodnější skladovat v dobře větraných a odvodněných prostorách, které mají optimální zastřešení a zajišťují snadný přístup při naskladnění a vyskladnění sena (Gaislerová 2021).

Při skladování sena lisovaného do balíků je nutné dodržet pár zásadních pravidel, aby ztráty sušiny byly co nejnižší. Pokud je nevyhnutelné skladovat balíky sena venku bez zastřešení je doporučeno tyto balíky lisovat na co nejvyšší tlak, tyto balíky se pak lépe stohují a sají méně vody než málo utažené balíky. Při balení je vhodné použít síť oproti motouzu. Seno balené do sítě lépe odvádí vodu a ztráty sušiny jsou v porovnání se senem baleným do motouzu o třetinu nižší. Pro umístění stohu je nejvhodnější skalní podloží, avšak postačí dobře odvodněné stanoviště s dobrým pohybem vzduchu. Stoh je nevhodné umístit například podél stromořadí kde je malý pohyb vzduchu a seno hůře dosychá. Balíky by měly být umístěny rovnoběžně se svahem, aby v případě srážek voda rychle odtékala a stoh nepůsobil jako bariéra proudu vody (Rankin 2022).

Velmi vhodné je stoh překrýt plachtou která chrání proti nepříznivému počasí. Na trhu je mnoho výrobců nabízející plachty nebo netkané textilie pro zakrytí balíků uložených ve stohu. Netkaná textilie chrání balíky před UV zářením a zároveň je prodyšná a umožňuje sušení naskladněných balíků. Balíky je nutné vyskládat tak, aby horní vrstva tvořila hřeben, který usnadní odtok vody v případě srážek, jak zobrazuje obrázek 4. Zabezpečit plachtu proti poryvu

větru lze několika způsoby. Pomocí pytlů naplněných pískem je plachta na koncích zatížena a nedochází k průniku větru pod plachtu. Jako alternativu pytlů s pískem lze využít pneumatiky nebo lahve naplněné vodou (Jedlička 2022).



Obrázek 4: Uskladněné balíky sena zakryté plachtou z netkané textilie (foto autor)

3.5 Hodnocení kvality

3.5.1 Siláž

Hodnocení kvality je nedílnou součástí výroby objemných krmiv. Zdravotní nezávadnost a nutriční kvalita krmiv je zárukou dobrého zdravotního stavu skotu a dobré užitkovosti. Při posuzování kvality siláže je hodnocena spousta prvků (Kolečkář 2023).

Pro hodnocení techniky a technologie sklizně slouží jak laboratorní metody, tak metody provozní. Pomocí laboratorních metod je stanovena hodnota pH, dusíkaté látky, obsah a poměr kvasných kyselin a aerobní stabilita (Boberfeld 2012).

Laboratoře nabízejí mnoho metod a analýz krmiv. Mezi základní analýzu patří Weendenský systém. Systémem je stanoven obsah sušiny, hrubých dusíkatých látek, hrubého tuku, obsah hrubé vlákniny, popeloviny, obsah BNLV a výpočet organických látek. Dále je možnost využití podrobnějších analýz, pomocí kterých je stanoven podíl jednotlivých živin, rozbor fermentačního procesu a stanovení nežádoucích látek (Werschallová & Čížková 2023).

Rozbor sušiny poskytuje informaci o tom, zda byla pícnina sklizena ve správnou dobu, nebo zda bylo zavadání dostatečné. Z údaje sušiny je možné odhadnout průběh a rizika fermentace a na základě této znalosti provést vhodná opatření a zvolit správné silážní aditivum.

Hodnota popelovin vypovídá o míře kontaminace siláže. Vyšší hodnota popelovin naznačuje, že píce byla smíšená s prachem či zeminou při naskladnění do skladovacích prostor. Popeloviny představují riziko při fermentačním procesu, neboť působí jako pufrující látky a podporují rozvoj klostridií (Kolečkář 2023).

Hodnocena je také kvalita a délka řezanky. Je posuzována zejména struktura řezanky, která by měla být uzpůsobena sušině silážované hmoty. U kukuřičné siláže je hodnocena míra narušení zrn jako kvalitativní ukazatel kukuřičné siláže (Goeser 2018).

Hodnocení kvality siláží zahrnuje také posouzení aerobní degradace a náchylnost siláže k aerobní degradaci. Pro hodnocení jsou používány především přístroje na měření teplot nebo například obsahu zbytkového kyslíku v siláži (Kolečkář 2023).

Při hodnocení kvality siláží je rovněž posuzována míra a kvalita zakrytí siláže v silážním žlabu. Kvalitním zakrytím je znemožněn přístup vzduchu do siláže a je zachována aerobní stabilita siláže (Doležal et al. 2012).

Při odběru siláže je nutné docílit rovnoměrného odběru po celé stěně skladovacího prostoru. Hodnocena je zejména kompaktnost a povrch odebírané stěny. Pokud není odběr siláže dostatečně rychlý a dochází k aerobní degradaci siláže, je nutné učinit vhodná opatření, aby byly ztráty co nejnižší. Vhodné je pro inokulaci siláže použít přípravky s heterofermentativními bakteriemi mléčného kvašení, které zajistí dobrou aerobní stabilitu díky produkci kyseliny octové. Dále je vhodné udržovat povrch stěny siláže co nejmenší, k tomu se skvěle hodí použití frézy na vybírání siláže (Kolečkář 2023).

Kvalita udusání je dalším důležitým parametrem kvality siláže. Cílem je vytvořit co nejvíce udusanou hmotu bez obsahu kyslíku. Ta je vhodným prostředím pro rozvoj BMK (Doležal et al. 2012). Pro měření je využíváno vrtací soupravy. S její pomocí je odebrán vzorek siláže o známém objemu a hmotnosti. Následně je vypočítána objemová hmotnost silážované hmoty v množství sušiny na m^3 (Kolečkář 2023).

Při hodnocení vůně, barvy a struktury siláže je využíváno bodové stupnice. Siláž je subjektivně posouzena a za jednotlivé parametry jsou uděleny body podle tabulky. Vyhodnocením je součet udělených bodů a zařazení siláže do příslušné kategorie. Hodnocenými parametry jsou především obsah kyseliny máselné a kyseliny octové, míra zahřátí, přítomnost plísní, barevné změny nebo mikrobiální rozklad (Boberfeld 2012).

Měření teploty je možné provádět také pomocí přístrojů jako infrakamera nebo hloubkový teploměr. Růst teploty přímo navazuje na rozvoj kvasinek a plísní v siláži (Kolečkář 2023).

Kvalita fermentačního procesu je hodnocena pomocí laboratorních rozborů. Posuzován je profil fermentačních kyselin, obsah kyseliny máselné, míra proteolýzy a hodnota pH. Hodnoty jsou měřeny z vodního výluhu krmiva (Werschallová & Čížková 2023).

Při hodnocení profilu fermentačních kyselin je posuzován zejména poměr kyseliny mléčné a kyseliny octové. Optimální poměr kyseliny mléčné ku octové by měl být 3:1 v prospěch kyseliny mléčné. Vyšší koncentrace kyseliny octové vypovídají o rozvoji enterobakterií, a vyšší ztrátě sušiny. Hodnota pH vypovídá o přítomnosti a koncentraci fermentačních kyselin, cílem je pH okolo hodnoty 4. Změna pH vypovídá o přítomnosti pufrujících látek, které zhoršují průběh fermentace a tvorbu fermentačních kyselin (Kolečkář 2023).

3.5.2 Seno

Znalost kvality sena je velice důležitá. Kvalitní seno umožňuje použít v krmné dávce méně jadrného krmiva a tím výrazně snížit náklady na krmení (Majewski 2012).

Vzorky sena by měly být odebrány zhruba z 10-20 % naskladněných balíků, aby byl vzorek průměrný a odpovídající. Vzorky jsou odebrány pomocí duté trubkové sondy a odběr je prováděn horizontálním vrtem do stěny balíku (Smarsh 2020).

Při laboratorním hodnocení sena je stanoven podíl sušiny, hrubého proteinu, stravitelnost vlákniny a obsah vlákniny v seně (Majewski 2012).

Při senzorickém hodnocení sena je posuzována zejména barva sena, struktura, vůně, měkkost nebo například podíl listů a stonků. Hodnocení je prováděno na základě porovnání vlastností s údaji na skórovací kartě. Výsledkem je bodové ohodnocení sena (Rocateli & Zhang 2017).

Ideální obsah sušiny sena je 85 %. Pokud je sušina vyšší hrozí zvýšení ztrát, neboť píče je křehká a snadno se láme. Pokud je hodnota sušiny pod 82 % hrozí rozvoj plísní a je zvyšováno riziko samozáhřevu sena (Smarsh 2020).

Hrubý protein je měřen na základě celkového obsahu dusíku a jeho přepočtení na bílkoviny (Majewski 2012).

Obsah neutrálně detergentní vlákniny (NDF) zahrnuje podíl hemicelulózy, celulózy a ligninu. Ideální obsah NDF v seně je v rozmezí 40-65 %. Vyšší obsah NDF má za následek nižší příjem sena zvířaty. Podíl NDF je zvyšován s postupným dozráváním píče. Obsah acidodetergentní vlákniny (ADF) je složen z obsahu celulózy a ligninu. Optimální hodnoty ADF se pohybují v rozmezí 30-45 %. Vyšší podíl způsobuje horší stravitelnost a využitelnost při zkrmování (Smarsh 2020).

Relativní hodnota krmiva (RFV) je kombinací nutričních faktorů ADF a NDF. Index RFV byl využíván dříve, v dnešní době jej nahrazuje index relativní kvality píče (RFQ), který lépe odhaduje kvalitu píče. Index RFQ zahrnuje navíc oproti RFV také míru stravitelnosti vlákniny a zohledňuje hodnoty dalších živin v seně jako například obsah hrubého proteinu, tuku a dalších nutrientů (Goeser 2016).

Míra stravitelnosti vlákniny (NDFD) je stanovena jako rozdíl celkové hodnoty vlákniny a nestrávené vlákniny. Stravitelnost je měřena v laboratorních podmínkách za použití tekutiny odebrané z bacheru dojníc. Vláknina je vystavena působení bacherové tekutiny po různé časové období a následně je vypočítána hodnota stravitelnosti vlákniny (Goeser 2023).

Při senzorické analýze je posuzována barva sena, podíl listů ku stonku, prašnost a vůně. Seno dobré kvality má nejčastěji zelenou až lehce šedozelenou barvu. Seno sklizené v nevhodné vegetační fázi, nebo například seno namoklé má žlutozelenou až žlutou barvu. Takové seno obsahuje málo karotenu a má sníženou stravitelnost (Nováková 2022).

Podíl stonků a listů je posuzován subjektivně. Žádoucí je co největší zastoupení listů v seně, protože listy obsahují vyšší množství živin než stonky (Rocateli & Zhang 2017).

Zvýšená prašnost sena je nežádoucí a může být způsobena špatným seřazením strojů na sklizeň pícnin které píci kontaminují prachem nebo přítomností plísní v seně (Nováková 2022).

Měkkost nebo struktura sena je důležitá, jelikož ovlivňuje příjem sena zvířaty. Při zkrmování sena je zvířaty preferováno měkčí seno oproti křehkému (Rocateli & Zhang 2017).

Při senzorickém hodnocení je vhodné pohlédnout také na druhovou skladbu sena. V seně mohou být přítomny různé druhy plevelných rostlin, které snižují nutriční kvalitu nebo svými metabolity zhoršují hygienickou kvalitu sena (Nováková 2022). Rovněž je vhodné posoudit vegetační fázi rostlin ze kterých je seno vyrobeno. Správná vegetační fáze zajišťuje, že seno bude mít jemnou strukturu a optimální poměr listů a stonků (Rocateli & Zhang 2017).

4 Závěr

Při silážování pícnin je výhodné znát průběh fermentačního procesu, metabolické reakce, mikroorganismy siláže a vhodné prostředí pro jejich růst. Tato znalost napomáhá k pochopení jednotlivých kroků při silážování, které je třeba dodržet.

Pro sklizeň pícnin na siláž nebo seno je nutné znát optimální vegetační fázi jednotlivých pícních druhů a v této době pícniny sklízet. Pro jeteloviny je vhodná doba sklizně ve fázi butonizace, která vyjadřuje vegetační stádium, ve kterém vznikají květní poupata. Při sklizni trav a obilnin je optimální fáze pro sklizeň před metáním, v této vegetační době rostliny obsahují vysoké množství zkvasitelných sacharidů a nízký podíl nestravitelné složky vlákniny. Obilniny je možné sklízet i v pozdější vegetační fázi kdy je klas naplněn zrny v mléčné nebo těstovité zralosti. V tomto období poskytuje porost obilnin vyšší výnos hmoty, avšak rostliny mají vyšší podíl nestravitelné vlákniny. Výjimku z obilovin tvoří kukuřice setá, která je na siláž sklizena ve fázi mléčně-voskové zralosti.

Podle sušiny porostu je nutné zvolit správnou technologii sklizně. Pro pícniny, jež mají v optimální fázi zralosti příliš vysokou vlhkost je vhodné zvolit dvoufázovou sklizeň se zavadáním. Zavadáním je upravena sušina porostu na optimální hodnotu a následně je píce sbírána a odvážena do skladovacích prostor. U pícnin, jež mají optimální hodnotu sušiny v požadované fázi zralosti je vhodné zvolit jednofázovou sklizeň bez zavadání. Od hodnoty sušiny se odvíjí délka částic řezanky. Při vyšší hodnotě sušiny je třeba píci nařezat na kratší částice, aby při dusání bylo vytlačeno co nejvíce vzduchu. Při nižší sušině je naopak nutné zachovat delší částice řezanky, aby nedocházelo k odtoku silážní tekutiny.

Podle obsahu zkvasitelných sacharidů a obsahu pufrujících látek jsou pícniny rozdělovány do kategorií podle schopnosti řádně fermentovat. Do skupiny lehce silážovatelných pícnin je řazena především kukuřice setá, jelikož má vysoký obsah sacharidů a nízký obsah pufrujících sloučenin. Mezi lehce silážovatelné pícniny patří také čirok, který získává na popularitě zejména díky odolnosti vůči suchu. Mezi středně silážovatelné pícniny jsou řazeny především trávy a obilniny. Nejobtížněji se silážují jeteloviny, které obsahují málo zkvasitelných sacharidů a hodně pufrujících látek které brání okyselení hmoty při fermentaci.

K podpoření fermentačního procesu je vhodné použít silážní přípravky, které podpoří rychlé snížení pH a zachovávají aerobní stabilitu. Podle odběru siláže ze skladovacích prostor je nutné zvolit vhodný bakteriální inokulant. Přípravky obsahující homofermentativní bakterie mléčného kvašení se hodí do siláží, které jsou rovnoměrně a pravidelně odebírány v celém rozsahu čela silážního prostoru. Pokud stěna není odebírána kontinuálně a hrozí aerobní degradace siláže, je vhodné použít při konzervaci přípravek obsahující heterofermentativní bakterie mléčného kvašení. Heterofermentativní bakterie produkují navíc kyselinu octovou, jež zajistí dobrou aerobní stabilitu a omezí ztrátu živin.

K ošetření horních vrstev siláže v silážním žlabu je vhodné použít chemické aditivum. Chemické přípravky vynikají svou rychlostí a účinností, avšak jejich nevýhodou je vyšší cena.

Tyto znalosti vedou k vytvoření stabilní konzervované píce, která má dobrou stravitelnost a optimální poměr živin. Zkrmování takové píce vede k vyšší užitkovosti a lepší ekonomice podniku.

5 Literatura

Baron V, Juskiw P, Aljarrah M. 2015. Triticale as a forage. Pages 189-212 in Eudes F. Triticale. Springer international publishing. Cham.

Beneš P. 2022. Kondicionér pro provoz sólo. Mechanizace zemědělství. Available from: <https://mechanizaceweb.cz/kondicioner-pro-provoz-solo/> (accessed February 2023).

Besharati M, Palangi V, Nekoo M, Ayasan T. 2021. Effects of Lactobacillus Buchneri Inoculation and Fresh Whey Addition on Alfalfa Silage Quality and Fermentation Properties. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi. **24**:671-678.

Boberfeld O. 2012. Hodnocení kvality fermentačního procesu. Pages 199-208 in Doležal et al. Konzervace krmiv a její využití ve výživě zvířat. Baštan. Mendelova univerzita Brno.

Doležal P. 2012. Konzervace krmiv silážováním. Pages 19-21 in Doležal P et al. Konzervace krmiv a její využití ve výživě zvířat. Baštan. Mendelova univerzita Brno.

Doležal P. 2012. Epifytní mikroflóra a její význam na kvalitu fermentace. Pages 21-40 in Doležal P et al. Konzervace krmiv a její využití ve výživě zvířat. Baštan. Mendelova univerzita Brno.

Doležal P, Szwedziak K, Tukiendorf M. 2012. Plnění, dusání a zakrytí sil. Pages 124-136 in Doležal et al. Konzervace krmiv a její využití ve výživě zvířat. Baštan. Mendelova univerzita Brno.

Doležal P, Zeman L, Pavlata L, Szwedziak K. 2018. Renesance sena v podmínkách sucha. Náš chov. **9**:22-25.

Doležal P, Dvořáček J, Havlíček Z, Jambor V. 2021. Přednosti a úskalí travních siláží v krmných dávkách skotu. Krmivářství. **5**:36-38.

Douša M. 2021. Silážování a konzervace v roce 2021. Farmář. **8**:35.

Esen S, Okuyucu B, Koc F, Ozduven ML. 2022. Determination of Nutritional Quality and Aerobic Stability of Sorghum, Maize, and Sorghum-Maize Mixture Silages. Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty. **19**:61-69.

Esterer M. 2018. Krone stellt neue, große Feldhäcksler-Baureihe mit neuem Topmodell BiG X 1180 vor. Landtechnik magazin. Available from: <https://www.landtechnikmagazin.de/Erntemaschinen-XLBild-Krone-fuer-neuen-BiG-X-680-1180-verschiedenste-Schnittlaengen-OptiMaize-Walzen-Scheiben-Cracker-35953-7859.php> (accessed March 2023).

Ferraretto L, Shaver R. 2012. Effect of Corn Shredlage on lactation performance and total tract starch digestibility by dairy cows. The professional animal scientist. **28**:639-647.

Ferraretto L. 2021. Make sorghum silage the best it can be. Hay & Forage grower. Available from: <https://hayandforage.com/article-3711-make-sorghum-silage-the-best-it-can-be.html> (accessed March 2023).

Fialová Z. 2023. Zemědělský fond rozdělí přes 1,5 miliardy Kč na ekologické zemědělství. Zemědělec. Profi Press. Available from: <https://zemedelec.cz/zemedelsky-fond-rozdeli-pres-15-miliardy-kc-na-ekologicke-zemedelstvi/> (accessed March 2023).

Fikejs M. 2020. Nové zrnové procesory obstály v nejnáročnějších testech a ucelily naši nabídku pro dokonalé narušení zrna. STROM PRAHA a.s. Available from: <https://www.strompraha.cz/etechagro2> (accessed February 2023).

Franco M, Tapio I, Pirttiniemi J, Stefanski T, Jalava T, Huuskonen A, Rinne M. 2022. Fermentation quality and bacterial ecology of grass silage modulated by additive treatments, extent of compaction and soil contamination. *Fermentation*. **8**:156. Available from: <https://doi.org/10.3390/fermentation8040156> (accessed February 2023).

Friedrichsen A. 2021. Dive pause to prussic acid. *Hay & Forage grower*. Available from: <https://hayandforage.com/article-3671-Give-pause-to-prussic-acid.html> (accessed March 2023).

Friedrichsen A. 2023. Speed up forage dry down. *Hay & Forage grower*. Available from: <https://hayandforage.com/article-4310-Speed-up-forage-dry-down.html> (accessed February 2023).

Gálik R et al. 2015. *Technika pre chov zvierat*. Slovenská poľnohospodárska univerzita, Nitra.

Gaislerová M, Homolka P, Koukolová V. 2020. Účinná konzervace krmiv. *Krmivářství*. **2**:26-28.

Gaislerová M. 2021. Sklizeň a správné uskladnění sena. *Krmivářství*. **5**:12-14.

Garcia A. 2021. The potential of small-grain silage. *Progressive Forage*. Available from: <https://www.agproud.com/articles/52442-the-potential-of-small-grain-silage> (accessed March 2023).

Godwin S. 2020 Help Reduce The Potential Of Prussic Acid Poisoning In Livestock When Grazing Sorghum Species. *Ag Solutions*. Available from: <https://agsolutions.com.au/2020/10/19/reduce-prussic-acid-poisoning/> (accessed March 2023).

Goeser J. 2016. What determines forage-marketing benchmarks?. *Hay & Forage grower*. Available from: <https://hayandforage.com/article-657-What-determines-forage-marketing-benchmarks.html> (accessed April 2023).

Goeser J. 2017. Processin knowledge continues to evolve. *Hay & Forage grower*. Available from: <https://hayandforage.com/article-1526-Processing-knowledge-continues-to-evolve.html> (accessed February 2023).

Goeser J. 2018. Fresh-chopped corn for silage: a different benchmark. *Hay & Forage grower*. Available from: <https://hayandforage.com/article-2142-Fresh-chopped-corn-for-silage--a-different-benchmark.html> (accessed April 2023).

Goeser J. 2023. Quantifying nutrient digestibility starts with fiber. *Hay & Forage grower*. Available from: <https://hayandforage.com/article-4292-Quantifying-nutrient-digestibility-starts-with-fiber.html> (accessed April 2023).

Havlíček J. 2022. Charakteristika ideálního hybridu silážní kukuřice. *Agromanuál*. Available from: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/osivo-a-sadba-1/charakteristika-idealniho-hybridu-silazni-kukurice> (accessed February 2023).

Hernandez K. 2019. What's Important to Know About Silage Additives & Inoculants?. *South Dakota state university extension*. Available from: <https://extension.sdstate.edu/whats-important-know-about-silage-additives-inoculants> (accessed March 2023).

Hrevušová Z, Hakl J. 2019. Jak zakládat a jak nezakládat travní porosty. Agromanuál. Available from: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/jak-zakladat-a-jak-nezakladat-travni-porosty> (accessed March 2023).

Hubálek V, Houdek I. 2020. Péče o techniku pro rozhazování, obracení a shrnování pícnin. Agroportal24h. Available from: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/pece-o-techniku-pro-rozhazovani-obraceni-a-shrnovani-picnin> (accessed March 2023).

Jančík F, Kubelková P, Loučka R. 2019. Vliv inovovaných způsobů sklizně silážní kukuřice na kvalitativní parametry řezanky. Krmivářství. **1**:33-35.

Jatkauskas J, Vrotniakienė V, Eisner I, Witt KK, Copani G. 2022. Effect of inoculants of different composition on the quality of rye silages harvested at different stages of maturity. Agricultural and food science. **31**:187-197.

Jedlička M. 2022. Chraňte své balíky slámy a sena před okolními vlivy, pořídte si plachtu SUBTEX. Agroportal24h. Available from: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/chrante-sve-baliky-slamy-a-sena-pred-okolnimi-vlivy-poridte-si-plachtu-subtex> (accessed April 2023).

Jelínková S. 2016. Siláže 2016. Moderní živočišná výroba. **18**:4-6.

Ježková A. 2012. Výběr hybridů kukuřice podle FAO. Náš chov. Available from: <https://naschov.cz/vyber-hybridu-kukurice-podle-fao/> (accessed March 2023).

Ježková A. 2018. Silážováním ke zdraví mléčného stáda. Krmivářství. **2**:13-14.

Ježková A. 2023. Proč je důležité stanovení neutrálně detergentní vlákniny?. Krmivářství. **1**:17.

Jin L, Chevaux E, McAllister T, Baah J, Drouin P, Wang Y. 2020. High-moisture alfalfa hay conserved with a mixture of *Pediococcus pentosaceus* and chitinase has a similar feed value to that conserved at optimal moisture. Canadian journal of animal science. **100**:381-384.

Kilcer T. 2016. Weather Proofing Your Forage Supply & Harvest Management of High Yield Winter Forage. Crop soil news. April 2016.

Kilcer T. 2016. Winter cereal harvest tips. Hay & Forage grower. Available from: <https://hayandforage.com/article-699-Winter-cereal-harvest-tips-offered.html> (accessed March 2023).

Kilcer T. 2021. 5 tips for harvesting sorghum silage. Farm progress. Available from: <https://www.farmprogress.com/sorghum/5-steps-for-harvesting-sorghum-silage> (accessed March 2023).

King M. 2020. Four things to know when building a hay barn. Hay & Forage grower. Available from: <https://hayandforage.com/article-2951-Four-things-to-know-when-building-a-hay-barn.html> (accessed April 2023).

Kolečkář J. 2023. Hodnocení kvality objemných krmiv. MIKROP – minerálně vitamínová výživa zvířat. Available from: <https://www.mikrop.cz/magazin/hodnoceni-kvality-objemnych-krmiv~m1476> (accessed April 2023).

Kung L, Shaver R. 2001. Interpretation and use of silage fermentation analysis reports. Focus on forage. **3**:13. Available from: <https://fyi.extension.wisc.edu/forage/files/2016/10/Fermentation2.pdf> (accessed February 2023).

- Lang J. 2022. Vliv rozdílných teplotních a srážkových podmínek na kvalitu vojtěšky seté. *Krmivářství*. **5**:31-34.
- Li Y F, Wang L L, Jeong E Ch, Kim H J, Ahmadi F, Kim J G, 2022. Effects of sodium diacetate or microbial inoculants on aerobic stability of wilted rye silage. *Animal Bioscience*. **35**:1871-1880.
- Litsukov S D, Kotlyarova E G, Kuznetsova L N, Akinchin A V, Linkov S A. 2021. Agrochemical objektivation of corn root residues accumulation using different methods of soil treatment and fertilizer doses. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. **677**:052023. Available from: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/677/5/052023/pdf> (accessed March 2023).
- Loučka R. 2011. Věžová síla, žlaby, vaky nebo balíky ?. *Zemědělec*. Available from: <https://zemedelec.cz/vezova-sila-zlaby-vaky-nebo-baliky/> (accessed April 2023).
- Loučka R. 2012. Sklady pro silážovaná krmiva. Pages 147-151 in Doležal P et al. *Konzervace krmiv a její využití ve výživě zvířat*. Baštan. Mendelova univerzita Brno.
- Loučka R, Homolka P, Jančík F, Koukolová V, Kubelková P, Tyrolová Y, Výborná A. 2020. Jak zajistit vhodnou fermentaci v silážích a v bacheru dojníc. *Agrární komora České republiky*. Praha.
- Loučka R. 2021. Typické výsledky fermentace siláží. *Krmivářství*. **6**:20-23.
- Loučka R, Tyrolová Y, Homolka P, Výborná A, Jančík F, Kubelková P, Koukolová V. 2021. Silážní přísady a přípravky. *Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.. Česká zemědělská univerzita v Praze*.
- Macdam J, Bohle M. 2022. Altitude adds energy value to alfalfa hay. *Hay & Forage grower*. Available from: <https://hayandforage.com/article-4061-Altitude-adds-energy-value-to-alfalfa-hay.html> (accessed March 2023).
- Mahanna B, Tomas E. 2015. Goldilocks forage windrows benefit no one. *Hay & Forage grower*. Available from: <https://hayandforage.com/article-28-Goldilocks-forage-windrows-benefit-no-one.html> (accessed March 2023).
- Mahanna B, Tomas E. 2015. There's no substitute for plastic on bunkers. *Hay & Forage grower*. Available from: <https://hayandforage.com/article-29-There%E2%80%99s-no-substitute-for-plastic-on-bunkers.html> (accessed April 2023).
- Majewski C. 2012. Hay quality. *University of New Hampshire*. Available from: <https://extension.unh.edu/resource/hay-quality> (accessed April 2023).
- Marcinková A. 2021. Možnosti, výhody a rizika skladování siláže. *Krmivářství*. **5**:16-18.
- Mašek J, Novák P. 2011. *Technologie sklizně a konzervace krmiv*. Profi Press, Praha. Available from: <https://zemedelec.cz/technologie-sklizne-a-konzervace-krmiv/> (accessed January 2023).
- Menšík L, Nerušil P, Hermuth J, Menšík L, Podrábský M. 2022. Čirok a bér pro výrobu objemných krmiv. *Krmivářství*. **2**:24-26.
- Mikyska F, Doležal P. 2012. Systémy silážování produktů z dělené sklizně kukuřice včetně vlhkého zrna. Pages 160-169 in Doležal P et al. *Konzervace krmiv a její využití ve výživě zvířat*. Baštan. Mendelova univerzita Brno.
- Mikyska F. 2012. Silážování vojtěšky a vojtěškotrávy. Pages 183-185 in Doležal P et al. *Konzervace krmiv a její využití ve výživě zvířat*. Baštan. Mendelova univerzita Brno.

Moroney M. 2020. Start of series production of the new Fendt Katana 650. Wheels & Fields. Available from: <https://www.wheelsandfields.com/start-of-series-production-of-the-new-fendt-katana-650/> (accessed March 2023).

Muck RE, Nadeau EMG, McAllister TA, Contreras-Govea FE, Santos MC, Kung L. 2018. Silage review: Recent advances and future uses of silage additives. *Journal of dairy science*. **101**:3980-4000.

Mudřík Z. 2012. Silážování trav. Pages 187-190 in Doležal P et al. Konzervace krmiv a její využití ve výživě zvířat. Baštan. Mendelova univerzita Brno.

Nesvadba Z, Ušák S, Hermuth J. 2017. Možnosti využití ozimého tritikale na produkci biomasy a bioplynu. Argomanual. Available from: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/moznosti-vyuziti-ozimeho-tritikale-na-produkci-biomasy-a-bioplynu> (accessed March 2023).

Nováková V. 2022. Kvalita siláží a sena a příčiny zhoršené kvality. Argomanual. Available from: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/sklizen-a-skladovani/sklizen-1/kvalita-silazi-a-sena-a-priciny-zhorsene-kvality> (accessed April 2023).

Novotný D. 2021. Kukuřice. MIKROP – minerálně vitamínová výživa zvířat. Available from: <https://www.mikrop.cz/magazin/kukurice~m1029> (accessed January 2023).

Novotný D. 2021. Silážní žito. MIKROP – minerálně vitamínová výživa zvířat. Available from: <https://www.mikrop.cz/magazin/zito~m971> (accessed February 2023).

Novotný D. 2021. Travní senáž. MIKROP – minerálně vitamínová výživa zvířat. Available from: <https://www.mikrop.cz/magazin/trava~m974> (accessed February 2023).

Novotný D. 2021. Vojtěšková a jetelová senáž. MIKROP – minerálně vitamínová výživa zvířat. Available from: <https://www.mikrop.cz/magazin/vojteska-jetel~m975> (accessed March 2023).

Novotný D. 2022. Pravidla silážování. MIKROP – minerálně vitamínová výživa zvířat. Available from: <https://www.mikrop.cz/magazin/pravidla-silazovani~m1300> (accessed January 2023).

Phillips L. 2014. Making grass silage while sun shines. *Farmers weekly*. Available from: <https://www.farmersweekly.co.za/animals/cattle/making-grass-silage-while-the-sun-shines/> (accessed February 2023).

Podrábský M. 2017. Pěstování a využití čiroků. Argomanual. Available from: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/osivo-a-sadba-1/pestovani-a-vyuziti-ciroku> (accessed March 2023).

Pozdíšek, J, Mikyska F, Loučka R, Bjeka M. 2008. Metodická příručka pro chovatele k výrobě konzervovaných krmiv (siláží) z víceletých picnin a trvalých travních porostů. *Raporty, Výzkumníků 267, 788 13 Vikýřovice: Kartotisk*.

Prokeš K. 2012. Termín sklizně silážní kukuřice. Pages 57-65 in Doležal P et al. Konzervace krmiv a její využití ve výživě zvířat. Baštan. Mendelova univerzita Brno.

Prokop M. 2001. Suma teplot a termín sklizně silážní kukuřice. *Úroda*. Available from: <https://uroda.cz/suma-teplot-a-termin-sklizne-kukurice/> (accessed March 2023).

Přibík O. 2023. Biodiverzita potřebuje zemědělce. *Zemědělec*. Profi Press. Available from: <https://zemedelec.cz/biodiverzita-potrebuje-zemedelce/> (accessed March 2023).

Příkryl J. 2012. Biologická silážní aditiva. Pages 103-111 in Doležal P et al. Konzervace krmiv a její využití ve výživě zvířat. Baštan. Mendelova univerzita Brno.

- Přikryl J. 2012. Fáze fermentace. Pages 40-44 in Doležal P et al. Konzervace krmiv a její využití ve výživě zvířat. Baštan. Mendelova univerzita Brno.
- Přikryl J. 2012. Silážovatelnost a technologické faktory které ji ovlivňují. Pages 49-53 in Doležal P et al. Konzervace krmiv a její využití ve výživě zvířat. Baštan. Mendelova univerzita Brno.
- Přikryl J. 2012. Silážování kukuřice. Pages 151-160 in Doležal P et al. Konzervace krmiv a její využití ve výživě zvířat. Baštan. Mendelova univerzita Brno.
- Přikryl J. 2012. Význam silážních aditiv a jejich vliv na kvalitu siláží. Pages 101-103 in Doležal P et al. Konzervace krmiv a její využití ve výživě zvířat. Baštan. Mendelova univerzita Brno.
- Přikryl J, Doležal P, Zeman L. 2014. Vliv promrznutí silážní kukuřice na nutriční a dietetické parametry. Pages 33-37 in Mendelova univerzita v Brně a KWS Osiva, s.r.o. Brno.
- Rada V, Vlková E. 2010. Silážní inokulanty. Výzkumný ústav živočišné výroby Přátelství 815, 104 00 Praha Uhřetěves.
- Rankin M. 2020. Triticale popularity keeps on growing. Hay & Forage grower. Available from: <https://hayandforage.com/article-3166-Triticale-popularity-keeps-on-growing.html> (accessed March 2023).
- Rankin M. 2020. Grasses are talking: Are you listening?. Hay & Forage grower. Available from: <https://hayandforage.com/article-2989-Grasses-are-talking-Are-you-listening.html> (accessed March 2023).
- Rankin M. 2022. Don't leave alfalfa leaves in the dust. Hay & Forage grower. Available from: <https://hayandforage.com/article-4113-Don%E2%80%99t-leave-alfalfa-leaves-in-the-dust.html> (accessed March 2023).
- Rankin M. 2022. Five considerations for corn silage harvest. Hay & Forage grower. Available from: <https://hayandforage.com/article-4054-Five-considerations-for-corn-silage-harvest.html> (accessed March 2023).
- Rankin M. 2022. The round bale conundrum. Hay & Forage grower. Available from: <https://hayandforage.com/article-4069-The-round-bale-conundrum.html> (accessed April 2023).
- Rankin M. 2023. It's grasses' time to shine. Hay & Forage grower. Available from: <https://hayandforage.com/article-3951-It%E2%80%99s-grasses%E2%80%99-time-to-shine.html> (accessed March 2023).
- Robinson P. 2020. Corn and wheat silage anchor dairy rations. Hay & Forage grower. Available from: <https://hayandforage.com/article-2900-corn-and-wheat-silage-anchor-dairy-rations.html> (accessed March 2023).
- Rocateli A, Zhang H. 2017. Evaluating Hay Quality Based on Sight, Smell and Feel – Hay Judging. Oklahoma State University. Available from: <https://extension.okstate.edu/fact-sheets/evaluating-hay-quality-based-on-sight-smell-and-feel-hay-judging.html> (accessed April 2023).
- Rusche W. 2021. Prussic acid poisoning. South Dakota state university extension. Available from: <https://extension.sdstate.edu/prussic-acid-poisoning> (accessed March 2023).
- Schmutz M, Weidl P, Carrasco S, Bellof G. 2013. Effect of breed, grazing system and concentrate supplementation on fattening performance, carcass value and meat quality of steers. Archiv fur Tierzucht. **56**:1.

Shinners KJ, Digmann M. 2021. Beat those hay-drying blues. Hay & Forage grower. Available from: <https://hayandforage.com/article-3502-Beat-those-hay-drying-blues.html> (accessed February 2023).

Skládanka J. 2012. Termín sklizně víceletých pícnin. Pages 54-57 in Doležal P et al. Konzervace krmiv a její využití ve výživě zvířat. Baštan. Mendelova univerzita Brno.

Smarsh D. 2020. Understanding a hay analysis. PennState Extension. Available from: <https://extension.psu.edu/understanding-a-hay-analysis> (accessed April 2023).

Soundharrajan I, Kim D, Kuppusamy P, Muthusamy K, Lee HJ, Choi KC. 2019. Probiotic and Triticale silage fermentation potential of *Pediococcus pentosaceus* and *Lactobacillus brevis* and their impacts on pathogenic bacteria. *Microorganisms*. **7**:318.

Soundharrajan I, Muthusamy K, Han OK, Lee HJ, Purushothaman S, Kim D, Choi KC. 2020. Effects of Microbial Inoculants on the Fermentation and Preservation of Triticale Silages at High and Low Moisture Levels. *Applied sciences*. **10**:7855.

Stalcup L. 2016. Triticale: an efficient silage source for dairyman. Farm progress. Available from: <https://www.farmprogress.com/corn/triticale-an-efficient-silage-source-for-dairymen> (accessed March 2023).

Tusch J. 2020. 925 koní dává náskok. To je nová řezačka Claas Jaguar 900. Agroportal24h. Available from: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/925-koni-dava-naskok-to-je-nova-rezacka-claas-jaguar-900> (accessed February 2023).

Tyrolová Y. 2021. Co ovlivňuje kvalitu kukuřice pro siláž. Agromanual. Available from: <https://www.agromanual.cz/cz/index.php?page=clanky%2Fsklizeni-a-skladovani%2Fsklizeni-1%2Fco-ovlivnuje-kvalitu-kukurice-pro-silaz> (accessed January 2023).

Tyrolová Y. 2023 Přípravky do siláží a krmných směsí 2023. *Krmivářství*. **2**:P1-P16.

Uher D, Konjačić M, Jareš D, Maćešić D. 2019. The effect of bacterial inoculant on chemical composition and fermentation of alfalfa silage. *Journal of Central European Agriculture*. **20**:657-664.

Vala Z. 2021. Silážování čiroku v praktických podmínkách. MIKROP – minerálně vitamínová výživa zvířat. Available from: <https://www.mikrop.cz/magazin/ciok~m1052> (accessed March 2023).

Vejvodová A. 2016. Ošetřování travních porostů. Ministerstvo zemědělství. Praha.

Wacek-Driver Ch. 2019. Silage pile construction: a life and death matter. Hay & Forage grower. Available from: <https://hayandforage.com/article-1679-Silage-pile-construction-a-life-and-death-matter.html> (accessed April 2023).

Werschallová M, Čížková Š. 2023. Analýzy a hodnocení kvality krmiv. *Krmivářství*. **1**:15-16.

Wilke KH, Drewnoski M. 2022. What to expect from alternatives to corn silage. University of Nebraska-Lincoln Institute of Agriculture and Natural Resources. Available from: <https://beef.unl.edu/beefwatch/2022/what-expect-alternatives-corn-silage> (accessed March 2023).

Wu M, Wang Y, Wang Y, Wang X, Yu M, Liu G, Tang H. 2021. Study on the diversity of epiphytic bacteria on corn and alfalfa using Illumina MiSeq/ NovaSeq high-throughput sequencing system. *Annals of Microbiology* **71**. DOI:10.1186/s13213-021-01649-1.

Zaica A, Ciuperca R, Zaica A, Popa D. 2020. Influence of air temperature on fodder moisture in conservation technology. *Engineering for Rural Development* **2020**:1641-1647.

6 Seznam použitých zkratek a symbolů

BMK	bakterie mléčného kvašení
ATP	adenosintrifosfát
HP	hrubý protein
KPS	kernel processing score
peNDF	fyzikálně efektivní neutrálně detergentní vláknina
NDF	neutrálně detergentní vláknina
LKS	liesch kolben schrott
CCM	corn cob mix
HMGC	high moisture ground corn
KTJ	kolonie tvořící jednotky
ADF	acidodetergentní vláknina
RVF	relativní krmná hodnota
RFQ	relativní kvalita píce
NDFD	stravitelnost neutrálně detergentní vlákniny

