

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4103 Zootechnika

Studijní obor: Zootechnika

Katedra: Katedra zootechnických věd

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

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Konzervace krmiv silážováním

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. František Lád, CSc.

Autor bakalářské práce: Jaroslav Nechvátal

České Budějovice, 2018

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
Fakulta zemědělská  
Akademický rok: 2016/2017

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jaroslav NECHVÁTAL**  
Osobní číslo: **Z15068**  
Studijní program: **B4103 Zootechnika**  
Studijní obor: **Zootechnika**  
Název tématu: **Konzervace krmiv silážováním**  
Zadávající katedra: **Katedra zootechnických věd**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Kvalitní krmiva konzervovaná silážováním tvoří základ krmných dávek skotu v průběhu celého roku. Snížená kvalita může mít za následek nejen pokles užitkových parametrů, ale může být i příčinou alimentárních a reprodukčních poruch. Efektivnost využití silážovaných krmiv závisí na úspěšném zvládnutí zvoleného technologického postupu. Pro dosažení vysoké kvality silážovaných krmiv je důležité dodržování správného výrobního postupu.

Cílem bakalářské práce je zpracování literární studie. Literární přehled zaměřte především na základní cíle konzervace krmiv silážováním, na vlastní proces silážování se zaměřením na biologicko-mikrobiální proces, technologii silážování a na možnosti využití silážních aditiv. Na základě literárního přehledu vyhodnoťte nejdůležitější faktory, vedoucí k zajištění vysoké jakosti silážovaných krmiv.

Rozsah grafických prací: **dle pokynů vedoucího práce**

Rozsah pracovní zprávy: **30 - 40 stran**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

**Doležal a kol. Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat. Vydavatelství Ing. P. Baštan, 2012, 307 s.**

**Hulsen, J., Aerden, D. 2014. Feeding signals. 108 s.**

**Dawson, L.E.R. and Steen, R.W.J. (2000) Relationship between dry matter, fibre and nitrogen degradation characteristics of silage and silage intake of steers. Animal Science 70, 537-546.**

**Kalač, P. 2011. The effects of silage feeding on some sensory and health attributes of cows milk: A review. Food chemistry, 125, 307-317**

**Lád, F. 2006. Vliv vybraných ukazatelů na kvalitu silážovaných krmiv. JU ZF v Českých Budějovicích, 100 s.**

**Loučka, R., Tyrolová Y. Správná praxe při silážování kukuřice. VÚŽV Praha Uhřetěves, 2013. 38 s.**

**Třináctý a kol. Hodnocení krmiv pro dojnice. Agro Digest 2013, 590 s. Odborné a vědecké časopisy; databáze přístupné na internetu**

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. František Lád, CSc.**

Katedra zootechnických věd

Datum zadání bakalářské práce: **22. března 2017**

Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2018**



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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Budovatelů 1988, 370 05 České Budějovice

43



doc. Ing. Miroslav Maršálek, CSc.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 22. března 2017

## **Prohlášení**

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

Datum.....

.....

Podpis autora práce

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval panu doc. Ing. Františku Ládovi, CSc., za odborné rady, konzultace a připomínky, které mi byly poskytnuty při psaní této práce ve formě literární rešerše.

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce, ve formě literární studie, je zaměřená na konzervaci krmiv silážováním. Především se práce zabývá základními cíli konzervace silážováním, vlastní proces silážování je pak zaměřen na biologicko – mikrobiální proces, technologii silážování a na možné využití silážních aditiv. V technologii silážování jsou popsány různé způsoby konzervace silážováním, které jsou důležité pro vytvoření kvalitní siláže za různých podmínek, které mohou při konzervaci nastat. Silážní aditiva proces fermentace dále stabilizují a vylepšují tím kvalitu a chutnost siláže. Kvalitní siláž je předpokladem dobrého zdravotního stavu zvířat a jejich vysoké produkce, což je i základním kamenem samotné ekonomiky farmy.

Klíčová slova: konzervace krmiv, siláž, biologicko-mikrobiální proces, technologie silážování, silážní aditiva

## **Abstract**

This thesis as literary study is focused on the feed conservation by silaging. Especially, it deals with the elementary aims of silaging. The process of making a silage is aimed to the microbiological process, the technology of silage production and the possibility of the usage of aditives. In the silaging technology, there are described different ways of conservation, which are important for the production of quality silage in different conditions, which can occur. The aditives stabilise the process and improve the quality and taste of silage. Quality silage is an assumption of good health of animals and their high production, which is a base of the farm economy.

Key words: feed conservation, silage, microbiological process, silaging technology, silage aditives

## Obsah

1.	Úvod a cíle práce.....	9
2.	Cíle konzervace krmiv silážováním.....	10
3.	Historie silážování.....	11
4.	Biologicko-mikrobiální proces při silážování.....	12
4.1	Fáze fermentace siláže .....	14
4.1.1	Aerobní.....	14
4.1.2	Fermentační.....	15
4.1.3	Stabilní .....	16
4.1.4	Zkrmování (otevření a odebírání) .....	17
5.	Technologie silážování.....	18
5.1	Termín sklizně.....	18
5.2	Výška strniště.....	19
5.3	Způsob sklizně .....	20
5.4	Optimální hodnota sušiny .....	20
5.5	Úprava pokosu .....	21
5.6	Délka řezanky.....	23
5.7	Skladovací prostory.....	28
5.7.1	Silážní žlab .....	28
5.7.1.1	Plnění a vlastní dusání.....	28
5.7.1.2	Zakrytí a zatížení.....	29
5.7.2	Silážní vaky.....	30
5.7.3	Silážování do fólií obalovaných balíků.....	32
6.	Využití silážních aditiv .....	34
6.1	Biologické .....	35

6.1.1	Bakteriální (Inokulanty).....	36
6.1.2	Bakteriálně-enzymatické.....	37
6.2	Biologicko – chemické.....	38
6.3	Chemické.....	38
7.	Závěr .....	40
8.	Seznam literatury .....	42



## 1. Úvod a cíle práce

Sklizeň píce má zásadní význam na ekonomice každé mléčné farmy, na zdraví a užitkovost zvířat chovaných na farmách. Silážování, které je na konci procesu sklizně pícnin, může způsobit významné ztráty na kvalitě a výživné hodnotě. Nekonzervovaná krmiva totiž rychle podléhají mikrobiologickým a biochemickým změnám a v neposlední řadě jsou i brzy kontaminovaná plísněmi. Zahřívání, hnití a plísně v siláži jsou nejčastěji způsobené špatnými postupy při sklizni a při konzervaci a jsou hlavní příčinou ztráty výživné hodnoty. Dojnice takové krmivo málo přijímají a více ho přebírají. Na významu silážování také přispívá i to, že se dnes už ve většině chovech dojného skotu uplatňuje systém s celoroční vyrovnanou krmnou dávkou složenou převážně z konzervovaných objemných krmiv, která tvoří 50 – 90 % podílu přijaté sušiny. Silážování patří k nejčastějšímu způsobu konzervace objemných, ale i částečně jadrných krmiv, u kterých se tento způsob v poslední době také hojně rozmáhá. Proto správné a účinné postupy při sklizni, správně provedené úpravě silážované hmoty, případné dodání vhodných aditivních látek a vybrání optimální technologie konzervace, která má zajistit aerobní prostředí, se stává nezbytností.

Cílem bakalářské práce je formou literární studie zpracovat popis procesu konzervace krmiv silážováním. Práce je zaměřená především na cíle konzervace silážováním, dále na biologicko-mikrobiální proces, který při konzervaci probíhá. Následně je popsán technologický postup při daném druhu sklizně a typu konzervace, která je vhodná do daných podmínek. Práce se na závěr zabývá rozdělením a využitím silážních aditiv, které by měli podpořit silážní proces a tím zajistit výslednou vysokou kvalitu a jakost silážovaných krmiv.

## 2. Cíle konzervace krmiv silážováním

Hlavním cílem silážování je konzervace zelené píce při současném udržení poměrně vysoké vlhkosti. Siláže jsou používány především jako náhrada pastvy v zimních měsících, avšak je možné i celoroční podávání (RADA, 2009).

Cílem silážování je co nejdéle zachovat živinové a dietetické parametry krmiva. Dále blokovat aktivitu proteáz (rostlinných i mikrobiálních), rychle okyselit rostlinou hmotu tak, aby se potlačila činnost nežádoucích bakterií (klostridií, enterobakterií, listerií), zajistit vysokou využitelnost živin a chutnost pro zvířata, vytvořením anaerobního prostředí co nejvíce omezit ztráty živin v krmivu a v neposlední řadě také zajistit nezávadnost produktů, respektivě mléka a masa. Vedle toho silážování nabízí efektivní možnost omezení nárůstu cen bílkovinných a energetických doplňků krmiv, čímž napomáhá zlepšením ekonomiky podniku (JEDLIČKA, 2018). Dle SOBOTKY (2016) k nejrychlejšímu okyselení silážované hmoty je dosaženo v procesu, kdy žádoucí bakterie (bakterie mléčného kvašení - BMK) za nepřístupu vzduchu (anaerobní prostředí) přetvářejí část cukrů obsažených v rostlinách v kyselinu mléčnou – nejdůležitější organickou kyselinu při výrobě siláží. Podle JEDLIČKY (2018) v případech, kdy není rychle dosaženo dostatečně nízké hodnoty pH (nejoptimálnější je pod 4,2–4,0) a v konzervovaném materiálu je z důvodu nedostatečného utužení a zakrytí přítomen kyslík, mají nejlepší podmínky pro svůj růst a tvorbu vedlejších produktů a jedovatých látek nežádoucí a škodlivé mikroorganismy, které krmivo znehodnocují.

DOLEŽAL (2012) kromě výše popsaných cílů úspěšné konzervace krmiv dále zmiňuje mimo jiné i:

- Uchování zbytkových vodorozpustných sacharidů v silážích jako zdroje pohotové energie.
- Řízenou fermentací zajistit minimální degradaci NL u bílkovinných siláží a škrobu u siláží sacharidových a udržet tím vysokou výživnou hodnotu krmiv.
- Eliminovat průnik kyslíku a dešťových do siláží nejen v průběhu skladování, ale také při vlastním procesu srážek silážování.

- Zajistit vysoký podíl kyseliny mléčné na celkovém obsahu kvasných kyselin – min. 70 % a technologicky minimalizovat tvorbu kyseliny máselné, amoniaku a alkoholu v silážích.
- Průběžně a preventivně kontrolovat teplotu uskladněných krmiv s cílem snížit riziko tepelného poškození a mikrobiálního znehodnocení krmiv.
- Zamezit průnik dešťových srážek do skladů siláže.

Silážování vyžaduje komplexní přístup. Jeden úkon navazuje na druhý, každá chyba může negativně ovlivnit další průběh konzervace. Je třeba věnovat pozornost jak výběru plodiny, tak sklizni a zpracování řezanky, ale i volbě přísad a plnění, dusání a utěsňování píce v jámě. Stejně tak sledovat během skladování aerobní stabilitu siláže a v neposlední řadě také vést záznamy o průběhu konzervace. „Výzkum a praxe by měli jít ruku v ruce,“ (LOUČKA - cit. JEDLIČKA, 2018).

K dalším důležitým cílům dle DOLEŽALA (2012) úspěšné konzervace krmiv patří:

- Snížit riziko vlivu počasí v polních operacích (sklizňové linky, konzervační přípravky).
- Zajistit správný a dostatečný denní odběr konzervovaných krmiv a účelné zapravení do směsných krmných dávek (TMR) bez narušení struktury.

### **3. Historie silážování**

První zmínky o silážování jsou přibližně 3000 let staré a pocházejí ze starého Řecka. Slovo „siláž“ pravděpodobně pochází z řeckého „siros“, z kterého pravděpodobně vzniklo „silo“ a následně „silage“, „siláž“ atd. Prvotně vyráběné siláže měly nepochybně řadu vad, problémy musely být zejména s adekvátním utěsněním, a proto bylo hlavním konzervačním postupem pro krmiva po dlouhou dobu, prakticky donedávna, sušení (RADA, 2009).

Zánikem antických říší upadlo v zapomnění – snad s výjimkou Itálie. Odtud se později šířilo pravděpodobně do Francie, Anglie, Německa, Ameriky.

Jejich éru podle Pecha (1922) zahájili Francouzi Varin d' Ainvelle a Goffart a

později roku 1876 ve Spojených státech severoamerických Fr. Morris (ROZMAN, 1998).

#### **4. Biologicko-mikrobiální proces při silážování**

Vlastní proces silážování je složitý biochemicko-mikrobiální proces, který je poznamenán celou řadou vzájemně se ovlivňujících interakcí (skupiny mikroorganismů, obsah a dostupnost hlavních živin, teplota prostředí, typ sila a další). Zastoupení mikroorganismů v epifytní mikroflóře značně kolísá v závislosti na druhu píce, ročním období, pořadí seče, úrovni agrotechnické práce, klimatu, půdních a klimatických podmínkách, stupni znečištění, expozici pozemku či způsobu sklizně (DOLEŽAL a MUDŘÍK, 2012).

Z hlediska silážování je velmi důležitý obsah sacharidů v rostlině, které slouží jako potrava pro bakterie mléčného kvašení. Tyto bakterie vytváří ze sacharidů žádoucí kyselinu mléčnou. Čím vyšší je obsah sacharidů, tím lépe proběhne fermentační proces. Dle obsahu sacharidů můžeme rostliny rozdělit na lehce silážovatelné (kukuřice), středně silážovatelné (jetel, trávy) a obtížně silážovatelné (vojtěška, bob). Kromě vodorozpustných sacharidů je silážovatelnost ovlivněná i obsahem dusíkatých látek. Dusíkaté látky působí jako pufry a brání rychlému okyselení silážované hmoty. Proto tedy vojtěška (s nízkým obsahem sacharidů a vysokým obsahem dusíkatých látek) náleží k plodinám obtížně silážovatelným (KUDRNA et al., 2006).

Silážní fermentace může být klasifikována jako primární (žádoucí) nebo sekundární (nežádoucí) (PAHLOW et al., 2003). Primární fermentace se provádí bakteriemi produkujícími kyselinu mléčnou a je klasifikována jako homofermentativní (jedním produktem fermentace je kyselina mléčná) a heterofermentativním (více fermentačními produkty jsou kyselina mléčná a kyselina octová a ethanol). Sekundární fermentace se provádí hlavně enterobakteriemi (které produkují kyselinu mléčnou, kyselinu octovou, jantarovou a mravenčí a ethanol), klostridii (produkují kyselinu máselnou) a kvasinky (produkují ethanol).

Vytvořená kyselina mléčná snižuje pH hmoty a potlačuje rozvoj nežádoucích bakterií, kvasinek a plísní. Aby byly ztráty živin při fermentačním procesu co nejmenší, je třeba co nejdříve dosáhnout dostatečně nízkého pH. Pokud nedojde k

vytvoření dostatečného množství kyseliny mléčné a pH siláže je vysoké, siláž se stává nestabilní a rychle se zahřívá, plesnivý a kazí (KUDRNA et al., 2006). Produkce kyseliny mléčné se upřednostňuje oproti jiným fermentačním produktům kvůli rychlejšímu a nižšímu poklesu pH (silnější kyselině) a omezenému smršťování siláže (menšímu úbytku hmoty). Smrštění nastává při rostlinném a mikrobiálním dýchání, kvašení, odtoku a ztrátě těkavých organických sloučenin. Pokud nejsou anaerobní podmínky a podmínky kyselosti splněny, je siláž náchylnější ke smršťování během skladování. Dobrá fermentace by měla vést k ztrátám sušiny méně než 10 % (SOBOTKA, 2016).

Silážní mikroorganismy (DOLEŽAL, 2012), které se účastní kvasného procesu, lze rozdělit do tří základních skupin:

- a) žádoucí (Bakterie mléčného kvašení - BMK)
- b) nežádoucí (Enterobakterie, bakterie octového kvašení, Coli aerogenes, kvasinky)
- c) škodlivé (Hnilobné bakterie, klostridie, plísně).

Nežádoucím produktem v silážích je kyselina máselná. Zamezením máselného kvašení je možné dosažením dostatečně nízkého pH siláže, tzv. kritického pH (KUDRNA et al., 2006).

Tabulka č. 1 - Kritické hodnoty pH pro různý obsah sušiny píče

Sušina (%)	pH
20	4,20
25	4,35
30	4,45
35	4,60
40	4,75
45	4,85

(WEISSBACH - cit. KUDRNA et al., 2006)

Tabulka č. 2 - Mezní hodnoty pH pro aktivitu mikroorganismů přítomných v siláži

Mikroorganismy	Hodnota maximální (pH)	Hodnota minimální (pH)	Hodnota naskladněné píce (pH)	Hodnota siláže (pH)
Mléčné bakterie	6,5	3,6	6,0 – 7,0	4,0
Enterobakterie	7,0	4,5		
Máselné bakterie	7,5	4,3		
Hnilobné bakterie	7,0	4,5		
Kvasinky	7,0	2,0		
plísňe	6,5	2,5		

(PŘIKRYL, 2012)

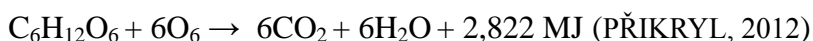
#### 4.1 Fáze fermentace siláže

Fáze fermentace se dělí dle COLLINSE a OWENSE (2003) a PŘIKRYLA (2012) na 4 fáze.

Fáze jsou následující:

##### 4.1.1 Aerobní

Tato fáze začíná od doby sklizně plodiny až do doby, kdy se kyslík vyčerpá z uzavřeného silážního skladu. Vzhledem k neustálému dýchání rostlin způsobují rostlinné enzymy a aerobní bakterie ztráty živin tím, že rozkládají rostlinné bílkoviny a přeměňují sacharidy na oxid uhličitý a vodu a vytvářejí teplo (ADESOGAN a NEWMAN, 2016).



Teplota siláže je zvýšena na přibližně 32 °C a může dojít k úbytku vody kvůli dýchání a zhutnění. Pokud se anaerobní podmínky nedosahují rychle, dojde k vysokým teplotám (> 49° C) a prodlouženým zahřátím v důsledku růstu nežádoucích aerobních bakterií, kvasinek a dalších nežádoucích mikroorganismů, které soutěží s prospěšnými bakteriemi pro substrát. Proto je důležité zajistit dobré zhutnění, správnou vlhkost a dobré utěsnění, což vše vede k rychlému přechodu na anaerobní

podmínky (COLLINS a OWENS, 2003). Doba trvání aerobní fáze je různě dlouhá, ale je technicky žádoucí, aby byla co nejkratší (několik hodin), neboť jinak dochází k neúměrně vysokým ztrátám energie a stravitelnosti organických živin. Tato fáze má klíčovou úlohu pro další průběh fermentace, hygienickou jakost a aerobní stabilitu siláží. Nelze očekávat přípravu kvalitní siláže ani z biomasy, která byla silážována s prodloužením, po předchozím zahřátí v důsledku dlouhodobého zavadání, nebo po nevhodném meziskladování (PŘIKRYL, 2012).

#### **4.1.2 Fermentační**

V rozdělení konzervace silážováním na fáze fermentace se mnozí autoři neshodují. Nejdůležitější změny v rozdělení nastávají u 2. fermentační fáze. ADESOGAN a NEWMAN (2016) mají fázi fermentace pět – 2. fázi mají rozdělenou na dvě fáze. SCHROEDER (2013) fáze fermentace dělí na šest fází. Rozdíl v jeho dělení je v rozdělení 2. fáze – Fermentační na tři podrobněji rozepsané fáze:

**Fáze II** - Tato fáze začíná po vyčerpání kyslíku, kdy anaerobní bakterie začnou fermentovat rostlinné cukry na organické kyseliny, alkoholy, oxid uhličitý a dusíkaté sloučeniny (ADESOGAN a NEWMAN, 2016). Tyto bakterie fermentují rozpustné sacharidy a produkují kyselinu octovou. Výroba kyseliny octové je žádoucí, protože může být využita přežvýkavci a navíc iniciuje pokles pH, který je nezbytný pro vytvoření následujících fermentačních fází. Vzhledem k tomu, že hodnota pH silážované hmoty klesne pod 5, acetické bakterie klesají, neboť tato hodnota pH zabraňuje jejich růstu. To signalizuje konec fáze II (SCHROEDER, 2013).

Pokud pH siláže pomalu klesá a koncentrace vlhkosti je vysoká kvůli sklizni příliš brzy, mohou růst klostridiální bakterie. Tyto bakterie degradují sacharidy a přeměňují kyselinu mléčnou na kyselinu máselnou. Rovněž rozkládají protein na neproteinový dusík a nežádoucí konečné produkty, jako jsou aminy. Tyto změny vedou ke zvýšené ztrátě sušiny a snížené chuti a kvalitě siláže (ADESOGAN a NEWMAN, 2016).

**Fáze III** - Rostoucí kyselost (pH pod 5) inhibuje acetické bakterie a ukončí fázi II. Nižší pH zvyšuje růst a vývoj další anaerobní skupiny bakterií, které produkují kyselinu mléčnou (SCHROEDER, 2013).

**Fáze IV** - Bakterie mléčného kvašení (LAB) začínají růst, fermentují rozpustné sacharidy a produkují kyselinu mléčnou. Kyselina mléčná je nejžádanější z fermentačních kyselin a pro účinné uchovávání by měla mít podíl z více než 60% všech vyrobených silážních organických kyselin (SCHROEDER, 2013).

Kyselina mléčná je účinnější než jiné organické kyseliny při snižování pH. Bakterie mléčného kvašení, které fermentují sacharidy především na kyselinu mléčnou (homofermentativní LAB), jsou účinnější při rychlém poklesu pH a při zachování živin než ostatní (heterofermentativní LAB), které produkují kyselinu mléčnou v menší míře. Fáze IV pokračuje, dokud není pH krmiv dostatečně nízké (4 – 4,5), aby zabránilo růstu všech bakterií. Tato fáze končí, když jsou vyčerpány fermentovatelné sacharidy. Proto je často omezena v teplých sezónních měsících a u jiných krmiv s nízkou koncentrací sacharidů (ADESOGAN a NEWMAN, 2016).

Tabulka č. 3. – Šest fází silážní fermentace a skladování (dle SCHROEDERA, 2013)

	Fáze I	Fáze II	Fáze III	Fáze IV	Fáze V	Fáze VI
Stáří siláže	0 - 2 den	2 - 3 den	3 - 4 den	4 - 21 den	21 den a více	
Aktivita	Buněčné dýchání, tvorba CO <sub>2</sub> , tepla a vody	Produkce kyseliny octové a ethanolu kyseliny mléčné	Tvorba kyseliny mléčné	Tvorba kyseliny mléčné	Skladování materiálu	Aerobní rozklad při opětovném vystavení kyslíku
Teplotní změna*	20,5-32 °C	32-29 °C	29 °C	29 °C	29 °C	29 °C
Změna pH	6,5 – 6,0	6,0 – 5,0	5,0 – 4,0	4,0	4,0	4,0 – 7,0
Produkce		Kyselina octová a bakterie kyseliny mléčné	Bakterie kyseliny mléčné	Bakterie kyseliny mléčné		Aktivní plísně a kvasinky

\*Teplota závisí na okolní teplotě. Teplota silážování je obecně o 15 °C vyšší než teplota okolí.

#### 4.1.3 Stabilní

Jakmile hodnota pH klesne pod 4,0, siláž se stává stabilní a brání se růstu nežádoucích mikrobů (ADESOGAN a NEWMAN, 2016). Stabilní fáze fermentačního procesu je charakterizována jako doba od ukončení fermentační fáze konzervovaného krmiva do doby, kdy je silážní prostor otevřen a siláž je vystavená



povětrnostním podmínkám (JAMBOR, 2001).

Pokud jsou udržovány anaerobní podmínky, siláž může být stabilní po dobu několika měsíců a až do několika let. Nicméně za praktických podmínek by siláž měla být použita (zkrmena) do jednoho roku od její výroby. Pomalý vstup vzduchu přes místa, která nebyla řádně utěsněna, může pomalu zhoršovat materiál, proto by měly být neustále kontrolovány a udržovány silážní sklady, aby nedošlo k případnému přerušení integrity těsnění (COLLINS a OWENS, 2003).

#### **4.1.4 Zkrmování (otevření a odebrání)**

Tato fáze začíná po obnovení aerobních podmínek, jakmile je silážní sklad otevřen při podávání. Po průniku vzduchu dochází k oživení kvasinek a plísní, které byly během fermentace inaktivované. Tyto houby používají pro růst cukry, kyselinu mléčnou a další živiny a vyrábějí jako vedlejší produkty oxid uhličitý a teplo. Nadměrná akumulace tepla denaturuje bílkoviny a další živiny v siláži. Souhrnně tyto změny zvyšují ztráty na sušíně a snižují kvalitu siláže. Plísně na siláži mohou produkovat mykotoxiny, které při konzumaci snižují výkony zvířat a způsobují různé nemoci (ADESOGAN a NEWMAN, 2016).

Způsob odběru z čelní strany by měl umožňovat denní odběr přibližně 15 cm materiálu (pro každý případ je každých 15 cm odběru ekvivalentní jednomu týdnu vystavení vzduchu). Otevření silážního žlabu by mělo dojít až po dokončení fáze fermentace (tj. Po třech až šesti týdnech). Navrhovaným přístupem je počkat přibližně dva až tři měsíce před otevřením siláže (COLLINS a OWENS, 2003).

PŘIKRYL (2012) uvádí, že rozsah tepelného znehodnocení siláží po otevření závisí na:

- celkovém počtu anaerobních a aerobních mikroorganismů
- době vzdušné expozice
- kompaktnosti čelní stěny
- hloubce a způsobu odběru siláží v celém profilu
- době mezi vyskladněním a zkrmováním siláže
- kvalitě fermentačního procesu (obsah a poměr kvasných kyselin, hodnota pH)
- okolní teplotě

Při špatném fermentačním procesu je vysoká proteolýza a vznikají velmi rizikové biogenní aminy. Mezi nejrizikovější aminy patří histamin, který vyvolá snížení krevního tlaku a zhoršuje cirkulaci krve v končetinách skotu (SKLÁDANKA et al., 2017).

## **5. Technologie silážování**

Pěstování a sklizeň zelených krmiv vyžaduje určitý počet různých strojů, aby provedly sled událostí, ke kterým došlo po počátečním založení plodiny k sečení, sklizni a přepravě plodiny (krmiva) několikrát ročně během několika let (LEHMANN et al., 2017). Pro sklizeň pícnin je třeba se zaměřit nejen na dosahování maximálních výnosů, ale také na kvalitu sklizně, která je dána energetickou hodnotou sklizené hmoty, ale též sacharidy, dusíkatými a minerálními látkami, vitamíny a makroelementy. Způsoby sklizně musí respektovat vedle agrotechnických požadavků také agrometeorologické požadavky v době sklizně (ČERVINKA, 2004). Silážovaná hmota je mechanicky ošetřena několikrát během sklizně. Luštěniny mají obecně větší pufrovací kapacitu, která zpomaluje pokles pH při silážování. Proto je důležitý požadavek na správný obsah sušiny na počátku silážování. Další úprava nevyhnutelně vyvolává dodatečné náklady související se zvýšeným využitím energie a rizikem ztráty listů, a proto musí mít prospěch včetně ochrany hodnotných částí rostliny při sklizni a lepší stravitelnosti dosažené při vyvážení nákladů na sklizeň (LEHMANN et al., 2017).

### **5.1 Termín sklizně**

Krmné pícniny se pro konzervaci nebo pro přímé krmení nesklízají až na konci generativního vývoje, jako např. obilniny, nýbrž již během vegetačního růstu. Obecně platí, že pro krmení a pro konzervaci je nutné sklízet píci mladou, s nízkým obsahem vlákniny a ligninu, tedy lehce stravitelnou a s optimálním obsahem proteinu (PŘÍKRYL, 2012). Je známo, že pozdní termín sklizně vzhledem k výživné hodnotě vede k poklesu stravitelnosti organické hmoty, nárůstu vlákniny, snížení koncentrace energie, což v konečné podobě vede k omezenému příjmu zvířaty, obtížnějšímu dusání se současným rizikem chybného kvašení. Pozdní sklizeň se podílí na celkové ztrátě stravitelnosti až ze 30 % (KULOVANÁ, 2002).

Stanovení optimálního stadia zralosti píce je velmi důležité, neboť vedle nutričních aspektů se zhoršují vzájemné vztahy mezi zvyšujícím se stářím rostlin a kvalitativními parametry. Vlastní termín sklizně krmných plodin není závislý jen na živinovém složení, nýbrž také na dalším způsobu využití. Termín sklizně musí také zohlednit roční vývoj počasí (PŘIKRYL, 2012). Měli bychom proto vojtěšku sklízet na počátku butonizace, jetel na počátku květu, trávy na počátku metání (popř. před metáním), obiloviny v počátku těstovité zralosti zrna a silážní kukuřici podle typu hybridu podle sumy efektivních teplot, nebo stupně fyziologického uložení škrobu. Obsah samotné sušiny zpravidla nekoreluje spolehlivě s optimálním stádiem sklizně. Pozdější sklizeň znamená silný pokles stravitelnosti, snížený příjem, vysokou koncentraci vlákniny, pokles výživné hodnoty siláží, kterou nelze ničím napravit (KULOVANÁ, 2002).

Tabulka č. 5. - Optimální fáze plodin v době sklizně

Vojtěška – období tvorby pupat	Trávy – období metání
Jetel – počátek kvetení	Bob – černání spodních listů
Vlhké zrna kukuřice – sušina zrna 60 – 65 %	Kukuřice na LKS – sušina palice 55 – 60 %
Kukuřice na siláž – mléčně vosková zralost zrna, sušina celé rostliny 30 – 35 %	GPS – mléčně vosková zralost zrna obiloviny

(KUDRNA et al., 2006)

## 5.2 Výška strniště

Za optimální se považuje sekat porost ve výšce 8 až 10 cm. Nízkou sečí se poškozují hodnotné druhy travin, kdy jejich kořenový systém hůře regeneruje, porost vysychá a ustupuje plevelům (JEDLIČKA, 2018). U příliš krátkého strniště by se do píce mohly dostat hrudky hlíny se spoustou mikroorganismů. V takto znečištěné píci je pak mnoho ohnisek pro rozvoj plísní a především nežádoucích bakterií, jako jsou klostridie, které přeměňují kyselinu mléčnou a sacharidy na nežádoucí kyselinu máselnou a dochází k hnilobě. Největší nebezpečí zanesení spor do silážované hmoty hrozí u těch plodin, které se nechávají na poli zavadnout (KUDRNA et al., 2006). U kukuřic je doporučovaná výška strniště kolem 45 cm. Nižší partie rostlin obsahují

vysoký podíl vlákniny a ligninu, který výrazně omezuje stravitelnost. Při dodržení optimální výšky strniště docílíme vyšší stravitelnosti připravované siláže, vyšší koncentrace důležitých živin, potřebných pro produkci mléka nebo masa a tím omezení potřeby koncentrátů v krmných dávkách. Nezanedbatelná z hlediska nákladů je i nižší potřeba silážních aditiv (SOBOTKA, 2016).

### 5.3 Způsob sklizně

Podle náročnosti a složitosti pracovních operací rozlišujeme sklizeň krmiv na:

- jednofázovou - krmivo necháme dozrát „na kořenu“ do vhodného růstového stadia, kdy dosáhne vhodný podíl sušiny a v tomto stádiu sklízíme přímo, např. žací rezačkou
- vícefázovou - řádný podíl sušiny získáme zavadnutím, respektive předsušením krmiva na strništi

Podle obsahu sušiny silážovaného krmiva a použité technologie rozeznáváme:

- silážování čerstvé hmoty - obvykle s obsahem sušiny (sušina 22 - 26 %)
- silážování z částečně zavadlého krmiva (sušina 26 - 35 %)
- silážování ze zavadlého krmiva (sušina 35 - 50 %)

(GÁLIK et al., 2015)

### 5.4 Optimální hodnota sušiny

Pro sušinu platí pravidlo, že optimální hodnota sušiny je taková, aby neodtékaly silážní šťávy. Čím vlhčí silážovaná hmota, tím se zvyšuje riziko fermentace na kyselinu máselnou a tvorby biogenních aminů. Snahou je docílit sušinu v rozmezí 28–40 %. Vše závisí na způsobu a předpokládané době skladování. Vyšší sušina je vždy spojována s nebezpečím zaplesnivění (SOBOTKA, 2016). DOLEŽAL (2012) tvrdí, že obsah sušiny má nezastoupitelnou úlohu na vlastní průběh fermentace pícnin a tím i následnou kvalitu siláže. Přestože sušina není produktem kvasného procesu, má nejvýznamnější efekt na intenzitu biochemických přeměn během fermentace a to u všech pícnin. Čím větší je vlhkost silážované hmoty, tím intenzivnější je vlastní mikrobiálně-enzymatický proces, s maximální

tvorbou produktů. Obsah sušiny je zvláště důležitý u bílkovinných píceň obsahující nízkou koncentraci sacharidů. Konzervační efekt optimálního obsahu sušiny spočívá v:

- zvýšení koncentrace sacharidů
- zvýšení osmotického tlaku v buněčné šťávě (redukuje konkurenční mikroflóru klostridia, enterobakterie, zatímco bakterie mléčného kvašení jsou k vyššímu obsahu sušiny více tolerantní)
- zvýšení bakteriostatického a selektivního účinku
- zlepšení podmínek pro vlastní fermentační průběh (ZIMMER a HONIG, 1987; KNABE et al., 1985 – cit. DOLEŽAL, 2012)

Tabulka č. 6 - Optimální obsah sušiny pro silážování jednotlivých krmiv

Optimum		Rozmezí
Vojtěška	42 %	40 – 45 %
Jetel červený	40 %	38 – 45 %
Jetelotrávy	38 %	35 – 45 %
Trávy luční	35 %	32 – 40 %
Trávy na orné půdě	38 %	35 – 45 %
Silážní kukuřice	33 %	28 – 34 %
LKS kukuřice	55 %	50 – 60 %
Silážované zrno obilnin	65 %	60 – 70 %
Cukrovarské řízky	22 %	18 – 24 %

(DOLEŽAL, 2012)

## 5.5 Úprava pokosu

Víceleté pícniny a trvalé travní porosty se většinou sklízí po předchozím zavadnutí na pokose. Obvykle se u takové píce dosahuje sušina zhruba 35 %, konzervaci pak vznikají tzv. siláže se zavadlých pícnin. Není-li zbytků a je nutné sklízet a konzervovat píci bez zavádání (z důvodu např. nepříznivého počasí), je

téměř nutné podpořit fermentaci přidavkem chemických konzervantů s vysokým podílem kyseliny mravenčí (LOUČKA, 2013).

Dle DOLEŽALA (2012) lze pro jednotlivé silážní systémy silážování víceletých pícnin doporučit následující maximální stupeň zavadnutí:

senážní žlaby a věže	30 – 35 %
senážní vaky PE	40 – 45 %
lisované obalované balíky	45 – 50 %

Po posečení dochází v rostlinách ke změnám, které jsou příčinou snížení jejich výživné hodnoty. Ztráty se tedy projevují nejen úbytkem sušiny, ale i snížením obsahu a stravitelností živin (změnou skladby stravitelných dusíkatých látek). Ztráty na poli při sečení a úpravě pokosu dosahují 3 – 8 % a při samotné sklizni 4 – 13 % (ČERVINKA, 2004). K zabezpečení kvalitního zavádání pokosené píce za účelem silážování je třeba u ní dosáhnout požadovaných hodnot obsahu sušiny za jeden den, maximálně za dva dny (LOUČKA, 2013).

V souvislosti s těmito požadavky je třeba věnovat pozornost zvyšování intenzity a rovnoměrnosti vysychání na pokosu posečené píce. Proces vysychání posečené hmoty na řádku, který vytváří žací stroj, je značně nerovnoměrný (nejrychleji vysychají povrchové vrstvy, potom další části pokosu a postupně celý pokos). Zrovnoměnění procesu vysychání a zvýšení jeho intenzity vede ke snížení jeho ztrát a ke snížení závislosti na počasí během sklizně (ČERVINKA, 2004). Aby píce lépe zasychala, upravuje se kondicionérem (lamačem) umístěným na rotačním žacím stroji. Různé druhy píce mají i různé požadavky na způsob a intenzitu narušení jejích jednotlivých částí. Travní porosty se upravují čechráním a otíráním (odíráním), vojtěška a jetel mačkáním. Pro sklizeň trav a jetelotráv se používají prstové kondicionéry, pro sklizeň vojtěšky kondicionéry s pryžovými válci. Kondicionéry přispívají k tomu, že pokos vysychá až o 30 % rychleji, než když je pouze posekán (LOUČKA, 2013).

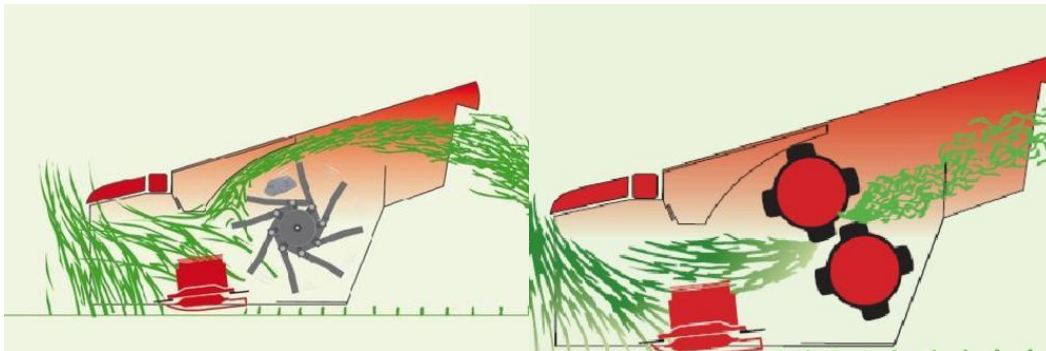
V základním provedení jsou ve světovém rozšíření dva technologické principy upravovačů pokosu:

- a) úprava pícnin nárazy, lámáním a odíráním (obrázek č. 1)

b) úprava pícnin stlačením, lámáním nebo drcením stonků (obrázek č. 2) (ČERVINKA, 2004).

Obrázek č. 1 – prstový kondicionér

Obrázek č. 2 – válcový kondicionér



Když je hmota mírně zaschlá, je nutné s ní zacházet šetrně, zvláště u jetelovin, které mají lístečky. Šetrné obracení či nahrnování je důležitou podmínkou. Stroj ale zároveň musí shrnovat čistě – nenechávat na strništi zbytky zavadlé hmoty. Někdy je nutné posečený travní porost obrátit či rozhodit (obdobně jako u sušení sena). V tomto případě je ale nutné počítat s vyššími ztrátami (LOUČKA, 2013).

Čím více se podaří sklídit píce s maximem listů, tím více budou mít zvířata k dispozici dusíkatých látek, energie a minerálních látek včetně vitamínů a nenasycených mastných kyselin (HEJDUK, 2018).

## 5.6 Délka řezanky

Platí pravidlo, čím sušší hmota, tím kratší řezanka (pro bioplynové stanice – kratší řezanka, pro krmení delší řezanka). Průměrná délka řezanky 10–20 mm u sklízecích rezaček, 20–60 mm u sběracích vozů - při vyšší sušíně silážované hmoty příliš dlouhá (SOBOTKA, 2016). Doporučená teoretická délka řezu dle MUCKA a KUNGA (2007) je 9,5 až 12,5 mm pro kukuřičné (bez následného zpracování jaderné části rostliny) a luskovité siláže a 20 mm pro kukuřičnou siláž, u které musí následně u sklízecí rezačky dojít i k narušení jaderné části rostliny. Optimální délka řezanky je rovnováha mezi velikostí částic, která je nutná k dosažení dobrého zhutnění siláže a potřebným požadavkům na vlákninu u hospodářských zvířat přežvýkavců, zvláště u laktujících zvířat.

Kromě obsahu vlákniny v krmné dávce se musíme zmínit o struktuře vlákniny, protože na českém trhu je možné již dnes získat sklízecí řezačky, které umožňují sklizeň s delší řezankou, aniž by se tím zhoršily fermentační ukazatele kukuřičné siláže. Jedná se o řezačky Claas, John Deer a Krone. Firma Claas používá technologii shredlage, u firmy John Deer je to scherer a firma Krone používá diskový drtič řezanky. Všechny tři systémy mají za úkol dlouhou řezanku kukuřice podélně nadrtit tak, aby stonky, ale i zrno kukuřice byly podélně rozetřeny. Můžeme říci, že v této souvislosti je třeba naučit se používat nový termín, tzv. rozvláknění rostlinné hmoty u siláže pro krmení a u rostlinné biomasy pro výrobu bioplynu (JEDLIČKA, 2017).

### **Shredlage**

V současné době se o metodě shredlage v Evropě mluví jako o novém trendu sklizně kukuřičné siláže, ale v USA se již několik let standardně používá. Metoda shredlage je vlastně kombinací biotechnologie a práce stroje. Pomocí speciálních válců dochází k intenzivnímu pomačkání dlouhé řezanky (26 – 30 mm). Při vytvoření této technologie ale bylo hlavním cílem účinně rozdrtit kukuřičná zrna (alespoň 85 % zrna nejméně na čtyři, ale až osm částí) a zároveň nařezat stonky kukuřice podélně (JEŽKOVÁ, 2016). Přídavným pozitivním efektem v důsledku rozvláknění stébel je vedle zajištění vyššího příjmu sušiny a stravitelnosti vlákniny u dojnic i snížení vertikální separace částic krmiva ve žlabu, ke které dochází při zkrmování siláží vyrobených konvenčním způsobem (TŘINÁCTÝ et al., 2016).

Dochází tak k větší expozici vnitřku buněk pro fermentaci a mikrobiální aktivitu v bachoru a takto sklizená siláž se dá využít i v bioplynových stanicích s lepším výsledkem než u konvenční siláže (JEŽKOVÁ, 2016). Dle Dr. Orosz vysoký podíl narušených zrn je i jedním z důvodů zvýšení energetické hodnoty siláže. V konečném důsledku se u siláže i zvyšuje chutnost, která je také velmi žádoucí.



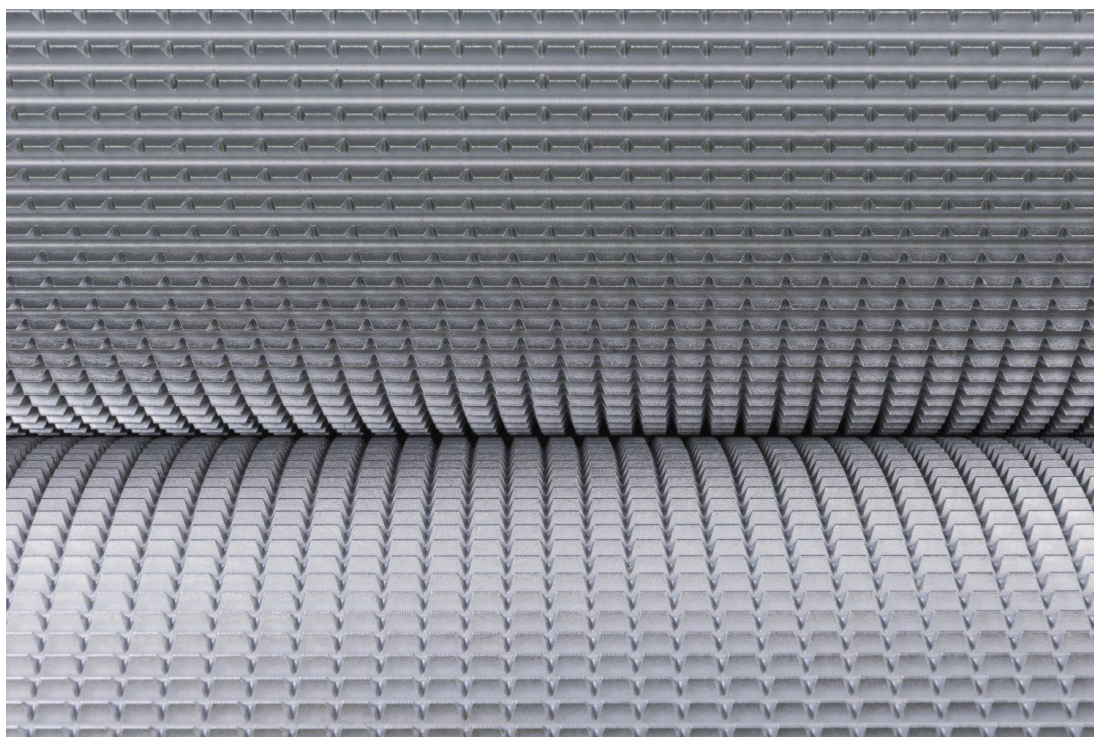
Obrázek č. 3 – Hmota kukuřice sklizená metodou shredlage (vlevo) a konvenčními rezačkami.



Podstatou technologie jsou dva válce za řezacím ústrojím se speciálně upraveným povrchem, které se otáčejí protisměrně v poměru otáček 1:2. Mezera mezi nimi je 1-2 mm (DUKES, 2017). Technologie Shredlage používá proti konvenčnímu zrnovému kondicionéru především vyšší rozdíl v rychlosti otáčení obou válců, což zvyšuje stříhový efekt. U tzv. corn crackeru lze rozdíl v otáčení válců nastavit v rozpětí 5–25 %, u technologie Shredlage dosahuje až 50 % (TŘINÁCTÝ et al., 2016).

Používají se zvláštní válce s průměrem 250 mm s pilovými zuby, v nichž je vyfrézovaná spirálová drážka. Každý z válců má rozdílný počet zubů (145 a 110). Efekt tření je dán rozdílným počtem zubů a rychlostí protiběžného otáčení válců. Zpracování zrna je velmi vysoké, většina klasů jsou rozdrobena, stonkové a listové části jsou roztřepené a díky efektu tření je kůra stonku oloupaná od dřene (JEŽKOVÁ, 2016).

Obrázek č. 4 – Detailní pohled na válce shredlage



Dr. Orosz nevnímá technologii Shredlage jako zdroj zvýšení produkce mléka, ale spíše jako smysluplný nástroj, pro snížení výskytu bachorových acidóz, reprodukčních problémů a zlepšení zdraví dojnic (DUKES, 2017).

Z pokusu FERRARETTA a SHAVERA (2012) vyplývá, že nedostatečně rozdrčené zrno snižuje stravitelnost škrobu. Nejvyšší rozdíl byl při obsahu sušiny od 32,1 – 36,0 %. S rostoucím obsahem sušiny sice rozdíl klesl, byl však vyšší než při obsahu sušiny nižším než 29,1 %. Paradoxně špatně zpracované zrno mělo vyšší stravitelnost škrobu při obsahu sušiny 28,1 – 32,0 %. Tyto hodnoty se však na farmě nedají měřit. Měřitelný je obsah škrobu ve výkalech, který by měl být dle Ferrareta maximálně 3 %.

Klasický způsob měl délku řezanky 1,9 cm při 3 mm mezery mezi drtícími válci. Shredlage měla délku řezanky 3 cm (obsah sušiny 30 – 35 %) a mezerou mezi drtícími válci 2,5 mm (současně se doporučuje méně – do 2 mm). Siláže se však ve výsledku příliš nelišily. Výhodou shredlage bylo vyšší skóre zpracování kukuřičného škrobu (CSPS). Jednoznačný rozdíl je především ten, že siláže vyrobené technologií Shredlage je možné získat více mléka. S podobným závěr přichází v souvislosti na CSPS i v pokusu VANDERWERFF et al. (2015).

Tabulka č. 6 – Porovnání parametrů klasické siláže a shredlage siláže (FERRARETTO a SHAVER, 2012).

Parametr		Shredlage (%)	Klasika
CSPS (skóre zpracování kukuřičného škrobu)	%	75	60
Hustota	kg suš./m <sup>3</sup>	241	235
Sušina	g/kg	339	337
Škrob	g/kg sušiny	351	356
NDF (vláknina rozpustná v neutrálním detergentu)	g/kg sušiny	364	363
pH		3,59	3,61
Kyselina mléčná	g/kg sušiny	60	51
Kyselina octová	g/kg sušiny	10	10

Proti tomu KOŘÍNEK – cit. PRÝMAS (2017) zastává tvrzení, u kterého studie ukázaly, že shredlage má stejný celkový objem sušiny a stravitelnosti vlákniny jako konvenční siláž. Shredlage mění rozdělení velikosti částic. Tato změna v distribuci velikosti částic může mít za následek zvýšení rizika špatného naplnění silážního žlabu zejména, pokud má vyšší sušinu. Hrubá a suchá siláž bude náchylná ke zvýšeným ztrátám sušiny, zhoršené fermentaci a růstu plísní. Delší částice kukuřičné siláže prodlužuje dobu příjmu krmiva u vysokoprodukčních krav a snižuje příjem sušiny. Jednou z největších chyb je podle OROSZ – cit. DUKES (2017) snaha ušetřit pohonné hmoty (při technologii Shredlage stoupá spotřeba nafty o 20 %).

Z opětovného hodnocení shredlage lze vyvodit, že podle publikace profesora Juda Heinrichse neexistují žádné výhody přechodu na shredlage; zvýšené riziko horší fermentace, žádná změna času přežvykování nebo peNDF, možné snížení příjmu sušiny u vysokoužitkových krav a zvýšené náklady (PRÝMAS, 2017).

Na základě výsledků prezentovaných experimentů podle TRINÁCTÉHO et al. (2016) lze konstatovat, že u nové technologie Shredlage pro sklizeň kukuřice na siláž můžeme očekávat:

- možnost na prvním místě dosáhnout s vysokou pravděpodobností optimálního stupně rozdrcení zrn (KPS > 70 %) s nízkou variabilitou v technologické spolehlivosti, což zajišťuje stabilně vyšší celotraktovou stravitelnost škrobu,
- změna ve struktuře vlákniny při použití technologie Shredlage zajistila u běžného kukuřičného hybridu zvýšení celotraktové stravitelnosti NDF, v pokusu s BMR nebylo potvrzeno,
- u krmné dávky se siláží Shredlage byly v experimentech doloženy tendence i průkazná navýšení produkce mléka,
- předpokládané navýšení obsahu fyzikálně efektivní vlákniny (peNDF) nebylo v pokusech potvrzeno.

## **5.7 Skladovací prostory**

V současné době se nejvíce silážuje do žlabů a vaků, někde i do věžových sil (ve velkokapacitních chovech). Silážování do obřích válcových balíků je vhodné spíše do menších provozů, které mají malý denní odběr siláže. Z ekonomických důvodů jsou kukuřičné siláže a siláže ze zavadlých pícnin silážovány povětšinou do žlabů. (KUDRNA et al., 2006)

### **5.7.1 Silážní žlab**

#### **5.7.1.1 Plnění a vlastní dusání**

Před naskladněním musí být silážní žlab řádně vyčištěn (KUDRNA et al., 2006). Velkou pozornost je třeba také věnovat kontrole funkčnosti a technickému stavu sběracích a odvodných kanálů, jakož i technickému stavu dna a bočních stěn žlabu (DOLEŽAL et al., 2012).

Velmi důležité je, jakým způsobem se dostává řezanka do silážních prostor. Při zajištění dopravního prostředku dovnitř silážního žlabu, kde řezanku vysype, může dojít k zanesení nečistot a bakterií do konzervované hmoty. Lepší je, když řidič vysype náklad na okraj žlabu a rozhrnovací prostředek naveze a rozveze hmotu tam, kde je třeba. Výhodné je naskladňovat řezanku do silážního žlabu od zadního čela,

tzv. do klínu (LOUČKA, 2013).

Dusáním je ze silážní hmoty vytěšňován vzduch, což významně přispívá k co nejrychlejšímu navození anaerobního prostředí, vhodného pro růst a množení žádoucích bakterií mléčného kvašení. Zároveň je v závislosti na délce nařezání a sušíně materiálu dosaženo vyšší hustoty a nižší poréznosti siláže. Tím je výrazně omezena možnost pronikání vzduchu do fermentující a následně i do vyzrálé siláže. Dokonale utužená siláž je i po otevření stabilnější, protože do zhutněného materiálu proniká výrazně méně vzduchu i v čele, kde dochází k odběru krmiva. Pro dosažení požadované hutnosti silážované hmoty je třeba ji naskladňovat v tenkých vrstvách (nejlépe do 15 cm, maximálně do 30 cm) a ty postupně dusat vhodnou mechanizací (těžkými kolovými traktory, případně s dusači siláže z vagonových kol) (SOBOTKA, 2016). Se stejným tvrzením přichází i WACEK-DRIVER (2017), který k významu dusání v tenkých vrstvách také zdůrazňuje význam soudržnosti a při nedodržení těchto zásad může dojít i k tzv. „lavině.“ Velmi důležitá je také samotná doba dusání v přepočtu na 1 tunu (3–6 minut). Doba dusání pod 2 minuty je zpravidla vždy nedostatečná, vede ke zvýšení poréznosti siláže (obsahu zbytkového vzduchu), zahřívání a plesnivění. Píce v silážních žlabech by měla být rovnoměrně rozvrstvena a hned důkladně dusána již od prvních vrstev, protože dusání až několika vrstev nad sebou je nedostatečné. Při použití lehčích dusacích zařízení je nutné zvýšit počet nutných přejezdů. Z technologického pohledu se doporučuje minimálně 5 přejezdů těžkým dusacím strojem. Důležitou skutečností je nejen doba dusání, ale také hmotnost a síla ( $7\text{--}10\text{ kN/m}^2$  plochy), resp. zatížení nápravy (nad 2,5 t) (SKLÁDANKA et al., 2012). V průměru je nejideálnější kvalita hutnění 200–220 kg sušiny/m<sup>3</sup> (cca 660–730 kg původní hmoty/m<sup>3</sup>) (Sobotka, 2016). MUCK a HOLMES (2000) uvádějí širší rozmezí hodnot. U kukuřičné siláže a vojtěšky uvádějí hodnoty od 106 – 434 kg sušina/m<sup>3</sup>, které naměřili u 175 silážních žlabů ve Wisconsinu. Vysoká měrná hmotnost je žádoucí, protože hodně sušiny je uloženo ve stejném objemu a náklady na jednotku sušiny jsou sníženy. Měrná hmotnost je také spojena s kvalitou krmiva a její trvanlivostí (DOLEŽAL et al., 2013).

#### **5.7.1.2 Zakrytí a zatížení**

Velkou pozornost je potřeba věnovat zakrytí silážního žlabu. Nedostatečné a nekvalitní zakrytí silážního žlabu se považuje za jednu z nejzávažnějších technologických chyb vznikající při výrobě siláží (GÁLIK, 2015).

Před zahájením plnění žlabu se přeloží přes stěnu tenká mikrotenová folie (0,04 mm) volnými konci vně žlabu. Po ukončení plnění a dusání se doporučuje povrchové ošetření stěn a horní vrstvy silážované hmoty (DOLEŽAL et al., 2012). Následně se na udusanou hmotu položí mikrotenová folie, tzv. transparentní, a protože má opačný statický náboj než silážní hmota, tak k jejímu povrchu dobře přilne. Na ní se pak pokládá silážní plachta. Mezi oběma fóliemi se vytvoří vzduchová izolační vrstva, která vyrovnává kolísání teplot a zamezuje zvlhčování silážované hmoty kondenzací par (LOUČKA, 2013). Hlavní kvalitní silážní plachta musí být UV stabilní, minimálně dvouvrstvá bílé nebo černobílé barvy, přičemž se pokládá bílou barvou vně. Je možné také použít folie zelené barvy. Tyto folie mají tloušťku zpravidla 0,15 - 0,18 mm a mají dokonale izolovat silážovanou hmotu od vnějšího prostředí. Proto by měla přesahovat přes okraje silážního žlabu aspoň 1 m, aby dešťová voda mohla odtékat přes okraj žlabu vně a nezatékala do siláže. Samotné černé silážní fólie jsou dnes již překonané, neboť jsou více porézní, propouštějí vzduch a více pohlcují sluneční paprsky, čímž se siláže více zahřívají (DOLEŽAL et al., 2012). Použití ochranné sítě je též vhodné. Zatížení krycí fólie, jako konečná fáze výroby siláže je též velice důležité. Nejčastěji jsou používány ojeté pneumatiky, betonové panely, důlní pásy či zatěžkávací pytle (SOBOTKA, 2016). K zakrytí ani zatížení není vhodné používat písek, zeminu, ani např. vápenec, neboť v případě protržení krycí fólie dojde ke kontaminaci a znehodnocení siláže. Velký problém činí tento materiál i při samotném odkrývání siláže (DOLEŽAL et al., 2012). Dle WACEK-DRIVERA (2017) správné instrukce umožňující dostatečné překrytí na švech a zajistí, aby švy nedovolily vodě proniknout do hromady. Pravidelná kontrola otvorů a poškození plastů, zejména po silném větru, bouři nebo krupobití, by měla být součástí rutiny farmy.

### **5.7.2 Silážní vaky**

Jedním z novějších trendů ve výrobě siláže je skladování siláže ve vacích na siláž, spíše než v tradičních zásobnících. Vaky jsou obecně známé pro jejich použití při skladování zrna, jako je kukuřice, pšenice a sója. V současné době se však tyto vaky stále častěji používají k zesilážování různých plodin. Rozdíl je ovšem v tom, že je zapotřebí jiného stroje, protože stroj na výrobu obilných vaků nemůže být použit ke vkládání siláže do vaků (VENTER, 2017).



Do vaku lze uložit téměř jakékoliv krmivo pro skot, ovce i prasata. Dobré zkušenosti jsou jak s klasickými silážemi trav, vojtěšky s úponkovým hrachem a jarním tritikale, kukuřice, LKS a CCM, šrotovaného i mačkaného zrna, tak s produkty, jako jsou cukrovarské řízky, pivovarské mláto. Velmi oblíbené je v poslední době zejména silážování mačkaného obilného zrna a také silážování šrotovaného vlhkého kukuřičného zrna (LOUČKA, 2012). Velkou výhodou silážování do vaků je malá odkrytá plocha při výběru siláže, tudíž i malé riziko aerobní nestability siláže po otevření vaku. Obrovským kladem této metody je stlačení veškerého materiálu, který se ve vaku lisuje, a krátká doba od plnění až po jeho uzavření. Pokud se silážuje do vaků, je třeba zvolit místo se zpevněným povrchem (KUDRNA et al., 2006). Sledování sušiny je také velmi důležité. U zavádajících bílkovinných a polobílkovinných pícnin by neměla být vyšší než 42 %. Pokud stoupne, nelze zabránit tomu, aby ve vaku nevznikly hrby, a tedy i kapsy se vzduchem. Proto je nutné využití vhodných silážních aditiv (LOUČKA, 2012)

Dle GÁLIKA et al. (2015) patří mezi výhody technologie konzervace v silážních vacích:

- vysoká univerzálnost použití
- vysoká kvalita krmiva a nízké ztráty
- odpadávají vysoké náklady na výstavbu a rekonstrukci silážních žlabů
- možnost nepodnikového využití - služby
- menší závislost na počasí od klasické technologie (uzavření vaku při nepříznivém počasí)
- optimalizace dopravních nákladů (uložení vaku v blízkosti stáje)
- ekologie (nevznikají problémy se skladováním a likvidací silážních šťáv)
- energetická úspora (odpadá rozhrnování a udusávání konzervované hmoty)

Nevýhody technologie:

- fólie je jednorázová
- fólie se dá lehce přetřhnout

Lisy na vaky lze dle LOUČKY (2012) rozdělit dle technologie na:

- Lis s příčnými válci (s plněním zespoda a využitím uskladňovacího stolu),
- Lis s podélným šnekem – typ Rotopress (s přímým plněním předem, většinou násypkou, lze i uskladňovacím stolem).

Lisování lisem s podélnými válci není tak intenzivní jako lisem s příčnými válci. Proto lis s podélným válcem, s uskladňovacím stolem se nedoporučuje při plnění ze senážního vozu.

Dle SKLÁDANKY et al. (2012) technologie silážování do PE vaků, zejména u vojtěšky, kdy lisovaná hmota je ve vaku neprodyšně uzavřena zpravidla již do 6 hodin, dává lepší záruky na výslednou kvalitu siláží než při silážování ve žlabu za delší dobu než 3 dny. Brzké naplnění a utužení hmoty, zajištění anaerobních podmínek a následně malá plocha, která je vystavená působením vzduchu a mikroorganismům, při odebírání siláže jsou bezesporu největší výhodou této technologie.

### **5.7.3 Silážování do fólií obalovaných balíků**

Balení siláže o vyšší sušině do velkých kruhových nebo čtvercových balíků ve folii, která vytváří anaerobní prostředí pro fermentaci siláže, se neustále rozšiřuje, zejména u malých a středně velkých producentů mléka nebo hovězího masa. Většina principů sklizně pro balení je podobná principům tradičních nasekaných siláží; mezi nimi je vyloučení kyslíku nejdůležitější (COBLENTZ a ATKINS, 2017). Vlastní technologický proces se skládá z operací sběru a lisování zavadlé píče do balíků a na ní navazující následný proces ovíjení balíků několika vrstvami smršťovací samolepící folie, která z každého balíku vytváří samostatný silážní minisklad (DOLEŽAL et al., 2012). Silážní fólie má vynikající vlastnost kyslíkové bariéry a roztažnost (vhodnost pro balení) a může být vhodně použita pro dlouhodobé skladování siláže (CHOV, HIROSE, 2017). K zabránění zaplísnění krmiva v balících se doporučuje přidávat vhodné konzervanty. Do obřích balíků se nehodí přípravky v granulované formě. V balících probíhá za nepřístupu vzduchu fermentační proces podobně jako v silážním žlabu či vaku. Tato technologie je vhodná v provozech s malým denním odběrem siláže (KUDRNA et al., 2006).



Silážování do lisovaných balíků má mnoho variant, v zásadě se dělí na technologie lisování a balení válcových nebo hranatých balíků. Balíky jsou obalovány jednotlivě, nebo v dlouhé řadě za sebou. Lisovat a balit do fólie již lze i sypké materiály jako kukuřičnou řezanku nebo cukrovarské řízky (LOUČKA, 2011).

Podle COBLENTZE a ATKINSE (2017) u tohoto způsobu siláží je eliminace kyslíku kritická, protože silážní fermentace je ze své podstaty omezena třemi klíčovými faktory:

- Koncentrace vlhkosti (45 až 55 %) - mají obvykle vyšší sušinu než siláže konzervované jinými technologiemi.
- Nejvíce zabalené siláže je ve formě dlouhých stonků, což omezuje přístup fermentačních substrátů (cukrů) k bakteriím produkujícím kyselinu mléčnou.
- Zabalené siláže jsou často méně husté než dobře balené nasekané siláže.

Nevýhodou je pro větší objemy vyšší cena a také rizikovost z hlediska poškození obalu, čímž většinou dojde k rychlému zkažení siláže uvnitř balíku. Problémy jsou i tam, kde se na obalovém materiálu příliš šetří. Jednotlivý balík se doporučuje omotat strečovou fólií nejméně šestkrát. Pokud tomu tak není (často se použijí jen čtyři vrstvy), proniká dovnitř vzduch a fermentace neproběhne ideálně (LOUČKA, 2011).

Z praktického hlediska je primárním způsobem konzervace u této technologie silážování vyloučením vzduchu s nižší stabilitou získanou z tvorby požadovaných fermentačních produktů a nízkým (kyselým) konečným pH. Účinky vyloučení kyslíku lze dále rozdělit na základě propustnosti kyslíku před nebo po obalení balíku v plastickém materiálu, přičemž obě budou mít nepříznivý vliv na kvalitu siláže (COBLENTZ a ATKINS, 2017).

Nevýhodou u této technologie je silážování o vyšší sušinu. V důsledku toho se totiž dostatečně z hmoty nevytěsňují vzduch a navíc bakterie mléčného kvašení, které jsou jinak hybnou silou fermentačního procesu, nemají dostatek vlhkosti (resp. vodní aktivity) pro svůj rozvoj. Nedokáží tak rychle zvýšit kyselost siláže na požadovanou úroveň. Konzervovaná hmota pak dobře neprokvásí, čímž je náchylná k druhotným fermentacím způsobeným pomnožením nebezpečných klostridií. Navíc se v siláži, která má vysokou sušinu, rychle množí nebezpečné listerie (LOUČKA, 2011).

Naopak dle DOLEŽALA (2004) lze u metody silážování píce do obalovaných balíků počítat s řadou dalších výhod. Například díky nízké kyselosti může být tato siláž s úspěchem využívána i pro krmení koní. Dále při výrobě dochází k malým fermentačním ztrátám (5–7 %) a v neposlední řadě je i vhodnost technologie k produkci letních siláží a siláží z malých ploch, popř. třetích sečí.

Někdy nastává zpoždění mezi dobou, kdy je balík vyroben a kdy je zabalen. K tomu může dojít z důvodu nepříznivého počasí nebo v případě potíží s technologií. Kdykoliv, kdy dochází k prodlevám spojeným s aplikací plastových obalů na nefermentované balíky siláže, nastávají nežádoucí fermentace. Rostlinné sacharidy oxidují na oxid uhličitý, vodu a teplo - to způsobuje, že vnitřní teploty balíku rostou v jevu nazývaném běžně jako "spontánní ohřev". Důsledky spontánního ohřevu ovlivňují fermentaci siláže a kvalitu siláže. COBLENTZ a ATKINS (2017) v jednom z pokusů zpozdili ovíjení nefermentovaného balíku do folie o žádný, jeden, dva a tři dny. V této studii se teplota vnitřního balíku v době použití plastu zvýšila z 30 ° C na 64 ° C v průběhu třídenního oddálení balení. Po zabalení se balíky zahřívají o dalších 14 ° C a poté, co byl kyslík vyloučen z balíků, rychle klesaly. Žádná vnitřní teplota balíku nepřekročila 30° C po 23 dnech. Je důležité zdůraznit, že každá situace je odlišná, ale jiné studie používající travní druhy také naznačují, že vnitřní teploty balíku kolem 49 °C mohou být poměrně časté, pokud je aplikace plastu zpožděna asi o 24 hodin.

## **6. Využití silážních aditiv**

Optimální průběh konzervace lze příznivě ovlivnit konzervačními přípravky, které zároveň omezují ztráty během fermentace, dále stabilizují siláž během skladování a nesnižují dietetickou hodnotu siláže (JEDLIČKA, 2018). Aditiva obsahují vybrané bakterie pro konzervaci siláží (inokulanty), produkty, které fungují jako ochranné prostředky (soli, kyseliny), a produkty, které mohou být přeměněny na kyselinu mléčnou (melasa) (HULSEN a AERDEN, 2014). Pro zvýšení obsahu dusíkatých látek se používá močovina nebo čpavková voda. K pohlcení vlhkosti, pachu nebo toxinů absorbenty naproti tomu suchým ledem lze docílit snížení vysoké teploty v silážní jámě, přidavkem antioxidantů lze měnit poměry obsahu kyslíku. Mohou to však být i látky, které mění povrchové napětí či barvu siláže nebo mají potenciál ochránit dusíkaté látky před rozkladem karboxilací nebo deaminací v

počáteční fázi silážování či snižovat celkovou produkci metanu u přežvýkavců krmených siláží,“ (LOUČKA – cit. JEDLIČKA, 2018). Na trhu jsou dostupné biologické, chemické či kombinované konzervanty, a to v tekuté formě nebo jsou rozpustné či v podobě granulí (JEDLIČKA, 2018).

Vhodná přísada sníží ztráty siláže, jestliže plodina nebyla sklizena ve zcela vhodný čas, tzn. měla obsah sušiny méně než 35 % (kukuřice do 30 %) nebo se očekává nízký obsah sacharidů. Určitá aditiva mohou také zvýšit stravitelnost a redukovat zažívání. Jestliže produkt obsahuje sacharidy a více než 30 % sušiny, používá se směs bakterií (inokulant). Heterofermentativní inokulant produkuje také kyselinu propionovou, která má určité ochranné vlastnosti po otevření siláže. Do vlhčích siláží se používá kyselina. Jestliže předpokládáte velmi nízký obsah sacharidů (po zatažených dnech), použijte melasu (HULSEN a AERDEN, 2014).

Existuje několik typů přísad, které lze použít k výrobě siláže. Přísady mohou pomoci v každé fázi výroby siláže. Nicméně dobré postupy při sklizni jsou hlavními hnacími silami kvality siláže. Obecně mohou být přísady klasifikovány jako stimulanty nebo inhibitory fermentace a zdroje živin (KUNG et al., 2003). Mezi specifické účinky přídatných látek patří:

- Přidané fermentovatelné sacharidy
- Inhibovat nežádoucí typy bakterií a podpořit tím žádoucí bakterie
- Dodatečně přidat kyseliny (jako je kyselina propionová) přímo pro snížení pH
- Změnit vlhkost
- Rozšíření aerobní stability při zkrmování

Je však třeba zdůraznit všeobecně známou skutečnost, že konzervační látky či inokulanty dokáží kompenzovat určité nedostatky ve složení píče, ale nemohou překonat prohřešky proti správným technologickým zásadám silážování (PŘIKRYL, KALÁČ, 2004).

Rozdělení konzervantů podle obsahu účinných složek:

## **6.1 Biologické**

Používají se pro zlepšení fermentačního procesu. Jsou levnější než chemické a neplatí pro ně tak přísné požadavky na bezpečnost práce. Aplikují se jako tekuté

(přípravek je prodáván v sáčcích a rozpustí se v daném množství vody) nebo granulované (KUDRNA et al., 2006). Výhodou tekutých je jejich rovnoměrná aplikace na silážovanou hmotu. Nevýhodou naopak může být omezená doba skladovatelnosti. Granulované se nedoporučují používat při sušině vyšší než 45 % a při silážování do balíků. Hrozí vysoké ztráty přípravku (TYROLOVÁ, 2013).

Biologické přípravky mohou být buď tvořeny bakteriemi mléčného kvašení – nazývají se bakteriální, nebo jsou k bakteriální složce přidány i enzymy a označujeme je pak jako bakteriálně – enzymatické (KUDRNA et al., 2006).

### **6.1.1 Bakteriální (Inokulanty)**

Obsahují bakterie mléčného kvašení, čímž při jejich dodání do silážované hmoty dojde k posílení žádoucí mikroflóry. Fermentační proces proběhne pak rychleji a zachová se více živin v siláži (TYROLOVÁ, 2013).

Inokulanty lze (DAVIES, 2015) rozdělit na dva typy:

- Homo-fermentativní - produkují převážně kyselinu mléčnou z rostlinných sacharidů a zlepšují rychlost fermentace. Tyto inokulanty mohou snížit amoniak, kyselinu octovou a kyselinu máselnou a zlepšit skutečný protein a obsahují bakterie, jako jsou *L. plantarum*, *Pediococci* a *Lactococci*. Mohou zlepšit výkony zvířat a snížit neviditelné ztráty siláže (CO<sub>2</sub> a voda).
- Hetero-fermentativní -produkují kombinaci kyseliny mléčné, kyseliny octové, vody a CO<sub>2</sub> z rostlinných sacharidů. Mohou zlepšit aerobní stabilitu při podávání, ale nemusí nutně zlepšit rychlost fermentace, amoniaku nebo kyselinu máselné. Tyto inokulanty obsahují bakterie, jako jsou *L. buchneri*, *L. brevis* a *L. kefir*. Zvýší také kyselinu octovou a neviditelné ztráty, ale mohou zlepšit aerobní stabilitu.

Bakteriální přípravky jsou vhodné především pro píce s dostatečným obsahem sacharidů (dobře silážovatelné píce). U pícnin s nedostatkem sacharidů je vhodnější sáhnout pro přípravek obsahující enzymy (bakteriálně – enzymatické). Tyto přípravky se také doporučují pro kukuřici s vyšší sušinou než 34 % nebo při sklizni metodou LKS či CCM (TYROLOVÁ, 2013).

Inokulanty bez enzymů (KULOVANÁ, 2001) nejsou vhodné pro silážování:

- trav s obsahem sušiny do 25 %
- jetelovin s obsahem sušiny do 25 až 30 %
- krmiv s menším obsahem sacharidů než 1,5 až 3 % ve hmotě.

### **6.1.2 Bakteriálně-enzymatické**

Tyto přípravky kromě složky bakteriální obsahují i enzymy. V silážované píce může být velké množství sacharidů, ale vodorozpustných může být nedostatek. To znamená, že sacharidy v píci sice jsou, ale jejich forma je bakteriemi nevyužitelná. Proto se do přípravků přidávají enzymy, které dokážou rozložit polysacharidy na jednoduché sacharidy, jež jsou již pro bakterie dobře přístupné (EMMERT, 2004).

Enzymy jsou specifické bílkoviny, které podporují průběh biologických reakcí. Svou činností způsobují rozklad složitých látek na jednodušší. TYROLOVÁ (2013) uvádí dva důvody, proč se enzymy přidávají do silážních přípravků:

A) Rozkládají vlákninu na zkvasitelné, vodorozpustné sacharidy, které následně slouží jako zdroj energie pro bakterie mléčného kvašení.

B) Částečné strávení rostlinných buněčných stěn může zvýšit rozsah stravitelnosti

Mezi nejvíce užívané patří enzymy s hydrolytickým účinkem jako je celulóza, hemicelulóza. Tyto enzymy štěpí celulózu a hemicelulózu přes různé meziprodukty až na jednoduché sacharidy. Užívají se především pro silážování středně a obtížně silážovatelných píce (trávy, vojtěška, jetel, jetelotrávy, vojtěškotrávy). Mezi enzymy amylolytické patří amyláza (štěpí škrob), která se přidává do konzervantů určených k ošetření především kukuřice sklizené metodou LKS (v zrnu této kukuřice je již velké množství škrobu). Oxidoredukční enzym glukózaoxidáza způsobuje přeměnu glukózy na kyselinu glukonovou a peroxid vodíku. Kyselinu glukonovou následně LAB mění na kyselinu mléčnou, etanol, acetát a oxid uhličitý. Používá se ke konzervaci obtížně silážovatelných bílkovinných a polobílkovinných píce (EMMERT, 2004).

Podle dosavadních výsledků a zkušeností se díky správné volbě enzymové složky a její aktivitě může dosáhnout v silážích dostatečné množství kyseliny

mléčné, které by jinak s ohledem k obsahu sušiny a sacharidů nikdy nemohlo být dosaženo. Rychlé zakonzervování silážované hmoty pomocí těchto aditiv současně blokuje aktivitu clostridií a tím i tvorbu kyseliny máselné a amoniaku. Technologickou předností je zároveň skutečnost, že pomocí těchto směsných biologických aditiv lze silážovat píce již částečně zavadlé (30 – 35 %), které by jinak nebyly s úspěchem konzervovatelné (KULOVANÁ, 2001).

## 6.2 Biologicko – chemické

Jde o zvláštní skupinu přípravků. Obsahují jak složku biologickou (bakterie nebo bakterie spolu s enzymy), tak i chemické látky. Jako chemikálie je v nich použit benzoát sodný a sorban draselný. Kombinace účinku mléčných bakterií (příp. bakterií a enzymů) s chemickou látkou zajistí namnožení žádoucích bakterií a zároveň blokuje růst plísní, množení kvasinek a částečně i hnilobných mikroorganismů. Bakterie zde mají za úkol zajistit optimální kvašení a přidaná chemická složka se vyznačuje fungicidním účinkem (EMMERT, 2004).

Využití je vhodné u siláží, u kterých po otevření je ohrožena jejich aerobní stabilita (TYROLOVÁ, 2013).

## 6.3 Chemické

Úlohou chemických aditiv podle DOLEŽALA (2012) je rychle snížit hodnotu pH, inhibovat nežádoucí skupiny mikroorganismů a tím omezit tvorbu nežádoucích fermentačních produktů, zejména:

- Zamezit hlubokému rozkladu proteinu,
- Zvýšit aerobní stabilitu siláží,
- Zlepšit příjem sušiny siláže,
- Zvýšit stravitelnost živin

Chemické konzervanty také nacházejí uplatnění při ošetření povrchu naskladněné hmoty, u které je obtížné vypuzení vzduchu z horních vrstev a boku siláže (TYROLOVÁ, 2013). Kyseliny jsou navrženy tak, aby zabraňovaly mikrobiálním procesům v siláži, ale musí se používat v doporučené dávce. Přísady na bázi kyseliny mravenčí zlepšují konzervaci siláže, ale pro zlepšení aerobní stability je nutná přísada obsahující propionovou nebo jiné kyseliny. Kyselina mravenčí neinhibuje kvasinky, které způsobují ohřev při odebírání (DAVIES, 2015).

Kyselina mravenčí okyselí hmotu a potlačí nežádoucí skupiny bakterií – určeny pro objemná krmiva. Kyselina propionová zabraňuje rozvoji plísní a kvasinek při vybírání otevřené siláže – určená pro krmiva jadrná (TYROLOVÁ, 2013). Soli benzoové, sorbátu a dusitanu stejně jako kyseliny inhibují mikrobiální aktivitu. Benzoát a sorbát inhibují kvasinky a plísně, takže mohou zlepšit aerobní stabilitu a často se používají kromě homofermentativních inokulantů. Produkty obsahující dusitany inhibují enterobakterie a klostridii, takže produkty obsahující všechny tři soli mohou zlepšit konzervaci v siláži a při odebírání (DAVIES, 2015).

## 7. Závěr

Konzervace krmiv silážováním je jedna z nejdůležitějších a nejčastějších úprav krmiv určených pro výživu přežvýkavců a v dnešní době i jako zdroj bioplynu v bioplynových stanicích. Na významu také přispívá i to, že silážování si provádí ve většinové míře každá farma sama a jako hlavní složka krmné dávky je nezastupitelná.

Pro kvalitní siláž je potřeba znát biologicko-mikrobiální proces, díky kterému lze předpovídat kvalitu siláže a může se tím zamezit špatnému postupu při silážování, který vede ke špatné fermentaci siláže a následně zisku nekvalitního nebo méně hodnotné siláže. Konzervovaná krmiva mají vliv na ekonomickou stránku farmy při výrobě siláže, a proto při vložených nákladech do konzervace je žádoucí získat co nejhodnotnější krmivo určené pro velmi dobrou užitkovost a dobrý zdravotní stav, který je pro užitkovost hospodářských zvířat základní.

K předním podmínkám v technologickém postupu sklizně je správně zvolený termín sklizně. I když to často kvůli vlivům počasí není možné, je potřeba sklízet rostlinou hmotu v optimální růstové fázi. Například u jetelovin je to začátek kvetení, u vojtěšky před tvorbou pupat a oproti tomu u silážování celé kukuřičné rostliny je primární obsah sušiny, která se pohybuje kolem 30 %. U dvoufázové sklizně se první úprava provádí kondicionérem, u kterého je potřeba zvolit jeho vhodnost k určité plodině, aby nedošlo ke ztrátám cenných rostlinných částí, které jsou například u jetelovin listová část, která by se nevhodnou úpravou mohla poškodit. Následně by měla proběhnout při sklizni úprava délky silážované hmoty, aby následně proběhlo kvalitní udusání hmoty a odstranění vzduchu, a aby se usnadnila následná fermentace. Velké rezervy jsou v nastavení řezačky při sklizni kukuřice. U této plodiny je důležitá nejen délka řezanky, ale také rozdrčení zrna a vřetene klasu, aby došlo ke zvýšení výživné hodnoty kukuřice. V tomto tématu probíhají dnes velké změny a diskuze pro dosažení co nejlepšího výsledku. Častým tématem je využití systému shredlage, který umožňuje nejen delší řezanku, která je důležitá jako strukturální vláknina ve výživě vysoko - produkčních plemenic, ale i větší procento rozdrčených zrn, které jsou nositeli energie. Siláž ke krmení skotu by měla mít řezanku dlouhou do 35 mm a měla by být podélně narušená pro zvýšení stravitelnosti. Někteří odpůrci této technologie však tvrdí, že shredlage nepřináší



výsledky v užitkovosti a zdravotním stavu, ale i zhoršují udusávání kukuřice v silážním skladu a zvyšuje spotřebu pohonných hmot při sklizni.

Pro zajištění následné konzervace je důležité odstranění vzduchu udusáním hmoty. Měrná hmotnost by se měla pohybovat od 200 kg sušiny/m<sup>3</sup>. Vysoká měrná hmotnost je žádoucí, protože hodně sušiny je uloženo ve stejném objemu a náklady na jednotku sušiny jsou sníženy. Dále je nezbytné zabráněním pronikání vzduchu do siláže jejím vhodným zakrytím a zatížením. V tomto případě je důležitá pravidelná kontrola zakrytí, aby při fermentaci a následné stabilizaci konzervace, která by snahu o výrobu kvalitní siláže mohla pokazit. Při odběru je důležité dodržet patřičný odběr, který by neměl být menší než 15 cm a zamezení zkrmování fermentačně porušené siláže.

Pro zlepšení fermentačního procesu je možné i využití silážních aditiv, která by měla napomoci ke zlepšení nejen fermentačního procesu, ale i snížení ztrát při odebrání a zkrmování. Inokulanty bez enzymů je vhodné použít u siláží s dostatečným obsahem sacharidů, jako je např. kukuřice. U píce s nedostatkem sacharidů (jetel, vojtěška) je vhodnější přípravek obsahující kromě bakterií i enzymy. Chemické konzervační látky nacházejí uplatnění především u konzervace píce o nízké sušině a při ošetření povrchu naskladněné hmoty.

## 8. Seznam literatury

ADESOGAN A.T., NEWMAN Y.C. (2016): Phases of silage fermentation, Dairy herd management, staženo dne 13.3. 2018, dostupné na: <https://www.dairyherd.com/article/phases-silage-fermentation>

COBLENTZ W., ATKINS M. (2017): There's a downside to delayed wrapping, Hay and Forage Grower, staženo dne 6.3 2018, dostupné na: <https://hayandforage.com/article-1656-There%E2%80%99s-a-downside-to-delayed-wrapping.html>

COLLINS M., OWENS V.N. (2003): Preservation of forage as hay and silage. In BARNES R.F., NELSON C.J., MOORE K.J., COLLINS M. (eds.): Forages, an introduction to grassland agriculture. Ames, IA., Blackwell Publishing, s. 443-471.

ČERVINKA J. (2004): Proces sečení a zavádání píce. Technika ke sklizni pícíh porostů. In HRABĚ F. (ed.): Trávy a jetelotrávy v zemědělské praxi. Olomouc, Petr Baštan, s. 49-56.

EMMERT F. (2004): Konzervanty na českém trhu, Náš chov, staženo dne 27. 3. 2018, dostupné na: <http://naschov.cz/konzervanty-na-ceskem-trhu/>

FERRARETTO L.F., SHAVER R.D (2012): Effect of corn shredlage on lactation performance and total tract starch digestibility by dairy cows. The Professional Animal Scientist, 28.6: 639-647.

DAVIES D. (2015): Silage additives – What they can and cannot do, staženo dne 27. 3. 2018, dostupné na: <http://beefandlamb.ahdb.org.uk/silage-additives-what-they-can-and-cannot-do-by-dave-davies/>

DOLEŽAL P. (2004): Silážní a skladovací technologie. In HRABĚ F. (ed.): Trávy a jetelotrávy v zemědělské praxi. Olomouc, Petr Baštan, s. 70-72.

DOLEŽAL P., DVOŘÁČEK J., LOUČKA R., MIKYSKA F., MUDŘÍK Z., PROKEŠ K., PŘIKRYL J., SKLÁDANKA J., STRAKOVÁ E., SUCHÝ P., SZWEDZIAK K., TUKIENDORF M., ZEMAN L., ČERVINKA J. (2012): Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat. Olomouc, Petr Baštan, s. 307.

DOLEŽAL P., MUDŘÍK Z. (2012): Mikrobiologie a biochemie silážování. In:

DOLEŽAL P. (ed.): Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat. Olomouc, Petr Baštan, s. 21-21.

DOLEŽAL P., NEDĚLNÍK J., SKLÁDANKA J., LINDUŠKOVÁ H., TŘINÁCTÝ J. (2013): Konzervace kukuřice. In: TŘINÁCTÝ J. (ed.): Hodnocení krmiv pro dojnice. Pohořelice, AgroDigest, s. 222-234.

DOLEŽAL P., SZWEDZIAK K., TUKIENDORF M. (2012): Technologie silážování krmiv do fólií obalovaných balíků. In: DOLEŽAL P. (ed.): Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat. Olomouc, Petr Baštan, s. 216-230.

DOLEŽAL P., SZWEDZIAK K., TUKIENDORF M. (2012): Plnění, dusání a zakrytí sil. In: DOLEŽAL P. (ed.): Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat. Olomouc, Petr Baštan, s. 124-135.

DUKES M. (2017): Shredlage. Slovenský chov č. 12, s. 42-44.

GÁLIK R., MIHINA Š., BOĎO Š., KNÍŽKOVÁ I., KUNC P., CELJAK I., ŠÍSTKOVÁ M., BOTTO L., BRESTENSKÝ V. (2015): Technika pre chov zvierat. Nitra, Slovenská poľnohospodárska univerzita Nitre, s. 41-58.

HEJDUK S. (2018): Srovnání produkce sena a siláží z travních porostů. Náš chov č. 2, s. 73-74.

HULSEN J., AERDEN D. (2014): Signály krmení: praktická příručka ke krmení dojnic pro jejich zdraví a užitkovost. Praha, Profi Press, 80 s.

CHOW E., HIROSE W. (2017): Silage film, wrapped fodder, and storage method of fodder. U.S. Patent Application No 15/529,562.

JAMBOR, V. (2001): Sekundární fermentace konzervovaných krmiv. Krmivářství č. 1, s. 30-31.

JEDLIČKA M. (2017): Není siláž jako siláž, Náš chov, staženo dne 28. 3. 2018, dostupné na: <http://naschov.cz/neni-silaz-jako-silaz/>

JEDLIČKA M. (2018): Silážování včera, dnes a zítra. Krmivářství č. 2, s. 45-48.

JEŽKOVÁ A. (2016): Technologie shredlage pro sklizeň kukuřice. Krmivářství č. 4, s. 31-32.

KUDRNA V., SKŘIVANOVÁ V., TYROLOVÁ Y. (2006): Výživa a krmení. In: BOUŠKA J. (ed.): Chov dojeného skotu. Praha, Profi Press, s. 85-115.

KULOVANÁ E. (2001): Problematika kvality siláží a silážních aditiv, Úroda, staženo dne 27. 3. 2018, dostupné na: <http://uroda.cz/problematika-kvality-silazi-a-silaznich-aditiv/>

KULOVANÁ E. (2002): Nejčastější chyby a nedostatky při silážování pícnin, Úroda, staženo dne 20. 3. 2018, dostupné na: <http://uroda.cz/nejcastejsi-chyby-a-nedostatky-pri-silazovani-picnin/>

KUNG L., STOKES M.R., LIN C.J. (2003): Silage additives. In BUXTON D.R., MUCK R.E., HARRISON J.H. (eds.): Silage science and technology. Madison, WI., American Society of Agronomy, Incorporated, s. 305-360.

LEHMANN J.O., KRISTENSEN T., WEISBJERG M.R. (2017): Mechanical treatment of grasses and clovers to produce high-quality silage for dairy cows. [Review ]. Denmark, 20 s. Aarhus University, Department of Agroecology & Department of Animal Science.

LOUČKA R. (2011): Věžová sila, žlaby, vaky, nebo balíky, Zemědělec, staženo dne 30. 3. 2018, dostupné na: <http://zemedelec.cz/vezova-sila-zlaby-vaky-nebo-baliky/>

LOUČKA R. (2012): Technologie silážování do PE vaků. In: DOLEŽAL P. (ed.): Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat. Olomouc, Petr Baštan, s. 211-216.

LOUČKA R. (2013): Výroba bílkovinných a polobílkovinných siláží (vojtěšky, jetele, trávy). In: TŘINÁCTÝ J. (ed.): Hodnocení krmiv pro dojnice. Pohořelice, AgroDigest, s. 274-291.

MUCK R.E., KUNG L. (2007): Silage production. In BARNES R.F., NELSON C.J., MOORE K.J., COLLINS M. (eds.): Forages, an introduction to grassland agriculture. Ames, IA., Blackwell Publishing, s. 617-633.

MUCK R.E.; HOLMES B. J. (2000): Factors affecting bunker silo densities. Applied Engineering in Agriculture, 16.6: 613.

PAHLOW G.R.E., MUCK R.E., DRIEHUIS F., DRIEHUIS F., SPOELSTRA

S.J.W.H.O.E., SPOELSTRA S.F. (2003): Microbiology of ensiling. In BUXTON D.R., MUCK R.E., HARRISON J.H. (eds.): Silage science and technology. Madison, WI., American Society of Agronomy, Incorporated, s. 31-94.

PRÝMAS L. (2017): Je shredlage dobrý nápad, *Náš chov*, staženo dne 28. 3 2018, dostupné na: <http://naschov.cz/je-shredlage-dobry-napad/>

PŘIKRYL J. (2012): Fáze fermentace. In: DOLEŽAL P. (ed.): Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat. Olomouc, Petr Baštan, s. 40-44.

PŘIKRYL J. (2012): Termín a způsob sklizně a úprava pokosu před sklizní. In: DOLEŽAL P. (ed.): Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat. Olomouc, Petr Baštan, s. 53-54.

PŘIKRYL J., KALAC P. (2004): Silážování píce travních a jetelotravních porostů. In HRABĚ F. (ed.): Trávy a jetelotrávy v zemědělské praxi. Olomouc, Petr Baštan, s. 64-69.

RADA V. (2009): Siláž a zdraví zvířat. Staženo dne 5. 2. 2018, dostupné na: <http://www.vuzv.cz/sites/SilazRada.pdf>

ROZMAN J. (1998): Nakládání krmiv. *Krmivářství* č. 5, s. 6-8.

SKLÁDANKA J., ADAM V., HORKÝ P., MLEJNKOVÁ V., KONEČNÁ K., KNOTOVÁ D., MIKYSKA F. (2017): Biogenní aminy a mykotoxiny v silážích jetelovin. *Náš chov* č. 3, s. 69-73.

SKLÁDANKA J., DOLEŽAL P., VYSKOČIL I. (2012): Siláže ze zavadlé píce, Pícninářství a výroba krmiv, staženo dne 30. 3. 2018, dostupné na: [https://web2.mendelu.cz/af\\_222\\_multitext/picvk/index.php?N=10&I=2](https://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/picvk/index.php?N=10&I=2)

SCHROEDER J.W. (2017): Silage Fermentation: How does it happen, Dairy herd management, staženo dne 13. 3. 2018, dostupné na: <https://www.dairyherd.com/article/silage-fermentation-how-does-it-happen>

SOBOTKA M. (2016): Silážování a kvalita siláží, *Mikrop*, staženo dne 5.2. 2018, dostupné na: [http://www.mikrop.cz/Portals/0/clanky/Casopis\\_03-16\\_web.pdf](http://www.mikrop.cz/Portals/0/clanky/Casopis_03-16_web.pdf)

TŘINÁCTÝ J., RICHTER M., DOLEŽAL P. (2016): Shredlage: ověření nové

sklizňové technologie v pokusech na dojnicích. Krmivářství č. 9, s. 84-88.

TYROLOVÁ Y. (2013): Použití silážních přípravků při výrobě siláží. In: TŘINÁCTÝ J. (ed.): Hodnocení krmiv pro dojnice. Pohořelice, AgroDigest, s. 128-133.

VANDERWERFF, L. M.; FERRARETTO, L. F.; SHAVER, R. D. Brown midrib corn shredlage in diets for high-producing dairy cows. Journal of dairy science, 2015, 98.8: 5642-5652.

VENTER R. (2017). Making silage in silo bags. Stockfarm, 7.9: 31-31.

WACEK-DRIVER CH. (2017): Silage pile construction: a life and death matter, Hay and Forage Grower, staženo dne 6.3 2018, dostupné na: <https://hayandforage.com/article-1679-Silage-pile-construction-a-life-and-death-matter.html>

Obrázek č. 1 – staženo dne 6. 4. 2018, dostupné na: <https://fr.kverneland.com/Fenaison/Faucheuses-et-Faucheuses-Conditionneuses/Faucheuses-conditionneuses-tractees/Kverneland-4328LT-4332LT-4332LR-4336LT-4336LR>

Obrázek č. 2 – staženo dne 6. 4. 2018, dostupné na: <https://dk.kverneland.com/Graesudstyr/Skaarlaeggere/Skaarlaeggere-med-crimper-Bugseret/Kverneland-4332-CT-4332-CR-4236-CT-4336-CR-4340-CT>

Obrázek č. 3 – staženo dne 14. 3. 2018, dostupné na: <http://naschov.cz/zkusenosti-se-shredlage-v-americe/>

Obrázek č. 4 – staženo dne 31. 3. 2018, dostupné na: <http://www.agrall.cz/novinka/691/dva-nove-modely-drtice-zrn-claas-corncracker-nabizeji-maximalni-flexibilitu>