

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

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Agropodnikání

Katedra: Zootechnických věd

Vedoucí katedry: doc. Ing. Miroslav Maršálek, CSc.

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Konzervace kukuřičné siláže

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

Autor práce: Jonáš Kozák

České Budějovice, 2017

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

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jonáš KOZÁK**  
Osobní číslo: **Z14142**  
Studijní program: **B4131 Zemědělství**  
Studijní obor: **Agropodnikání**  
Název tématu: **Konzervace kukuřičné siláže**  
Zadávací katedra: **Katedra zootechnických věd**

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

Na kvalitu a zpracování siláží se dnes klade velký důraz. Siláže jsou nedílnou součástí krmných dávek skotu. Pokud chce chovatel dosahovat stálých a uspokojivých výsledků ve svém chovu, měl by v rámci chovatelských opatření zajistit krmení svých zvířat kvalitním a stabilním krmivem po celý rok.

Cílem bakalářské práce je zpracování literární studie zabývající se konzervací kukuřičné siláže. V literárním přehledu zpracujete především konzervaci kukuřičné siláže, techniku konzervace, použití konzervačních aditiv a správnou technologii silážování. V závěru práce navrhnete možná opatření, která by vedla ke zlepšení kvality silážovaného materiálu.

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

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

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

Seznam odborné literatury:

**ASHBELL, A., KIPNIS, T., TITTERTON, M., HEN, Y., AZRIELI, A., WEINBERG, Z.G.:** Examination of a technology for silage making in plastic bags. *Journal of Dairy Science*, Volume 98, Issue 8, August 2015, pp. 5729-5734.  
**DOLEŽAL, P. et al.:** Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat. Profi Press, Olomouc, 2012, 307s. ISBN 978-80-87091-33-3.  
**KUDRNA, V. et al.:** Produkce krmiv a výživa skotu. Agrospoj Praha, 1998, 96 s.  
**TŘINÁCTÝ, et al.:** Hodnocení krmiv pro dojnice. *AgroDigest*, Pohořelice, 2013, 592 s. ISBN 978-80-260-2514-6.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Luboš Zábranský, Ph.D.**

Katedra zootechnických věd

Datum zadání bakalářské práce: **16. ledna 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  
Studentská 1868, 370 05 České Budějovice

  
doc. Ing. Miroslav Maršálek, CSc.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 16. ledna 2017

## Prohlášení

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

V Českých Budějovicích, 5. dubna 2017

.....  
Jonáš Kozák

## Abstrakt

Kukuřičná siláž je páteří krmivové základny ve výživě skotu i hlavním zdrojem hmoty pro výrobu energie v bioplynových stanicích. V moderních podnicích je proto kukuřice setá (*Zea mays*) jednou z hlavních plodin zařazovaných do osevních postupů. Velká část ekonomického výsledku podniku je založena na kvalitě vyrobených objemných krmiv. To znamená, že během relativně krátké doby, sklizně a naskladnění krmiva pro skladování, se rozhoduje o ekonomice výroby podniku po celý rok. Tudíž je úkolem managementu řídit tento proces tak, aby vzniklo co nejvíce kvalitního krmiva s co nejnižšími náklady. A to navzdory působení klimatických, ekonomických, politických, technologických či jiných vlivů. I přesto, že silážování má již dlouhou tradici, lze se v praxi bohužel často setkat s chybami, které vedou k výrobě siláží nízké nutriční hodnoty ba dokonce zdravotně závadných. Taková siláž má negativní vliv na celý ekonomický vývoj podniku a je proto cílem této práce vypracovat literární rešerši na toto téma a navrhnout opatření, která povedou ke zvýšení úrovně výroby nejen kukuřičných siláží.

**Klíčová slova:** silážování, aditiva, *zea mays*, silážovatelnost

## Abstract

Corn silage is the cornerstone of the feed base in cattle feed and the main source of energy for the production of biogas stations. On modern farms, therefore, maize (*Zea mays*) is one of the main crops involved in crop rotation. A large part of the company's economic results is based on the quality of the bulk feed produced. This means that during a relatively short period of harvesting and storage of feed for silaging, the economy of production is decided throughout the year. Therefore, it is the task of management to manage this process so that it produces the highest quality feed at the lowest possible cost. Despite the effects of climatic, economic, political, technological or other influences. Even the fact that silage has a long tradition, unfortunately, in practice, it is often possible to encounter mistakes that lead to the production of low nutritional and even dangerous for the health of animals. Such silage has a negative impact on the entire economic development of the enterprise, and it is therefore the aim of this work to develop a literature search on this subject and to propose measures that will lead to an increase in the level of production not only of maize silage.

Key words: ensiling, additives, *zea mays*, ensilability



## **Poděkování**

Chtěl bych poděkovat panu Ing. Lubošovi Zábranskému, PhD. za ochotu a čas při vedení této práce. Dále pak mě rodině, přátelům a kolegům za podporu nejen během psaní bakalářské práce, ale i po celou dobu studia.

## **Seznam použitých zkratk**

ADF – acidodetergentní vláknina (acid detergent fibre)

BMK – bakterie mléčného kvašení

CCM – Corn Cob Mix

cm - centimetr

ČR – Česká republika

EU – Evropská unie

HMGC – High Moisture Grain Corn

KE - koncentrace energie

KF – koeficient fermentace

kg - kilogram

LKS – Lieschen Kolben Schrot

N-látky – dusíkaté látky

NDF – neutrálně detergentní vláknina (neutral detergent fibre)

NEL – netto energie laktace (netto energy for lactation)

NL – dusíkaté látky

PDIE = systém hodnocení dusíkatých látek

PDIN = systém hodnocení dusíkatých látek

pH - potential of hydrogen

t - tuna

WSC - cukry ve vodě rozpustné (water soluble carbohydrate)



€ - Euro

μm – nanometer

## **Konzervace kukuřičné siláže**

1. Úvod	11
2. Literární přehled	12
2. 1. Charakteristika siláže	12
2. 1. 1. Význam a cíle konzervace krmiv	12
2. 1. 2. Historie silážování	13
2. 2. Kukuřice setá	14
2. 3. Silážování	14
2. 3. 1. Proces konzervace	14
2. 3. 2. Systémy skladování	18
2. 3. 2. 1. Stabilní silážní stavby	19
2. 3. 2. 1. 1. Horizontální silážní stavby – silážní žlaby	21
2. 3. 2. 1. 2. Vertikální silážní stavby – věžová sila	21
2. 3. 2. 2. Silážování do vaků	22
2. 3. 2. 3. Silážování do nezpevněných hromad	23
2. 3. 2. 4. Ekonomické porovnání systémů	23
2. 3. 3. Sklizeň	26
2. 3. 4. Zkrmování	28
2. 3. 5. Silážovatelnost	29
2. 3. 6. Nutriční hodnota	33
2. 3. 7. Hodnocení kvality siláží	35

2. 3. 7. 1. NORMA 2004	37
2. 3. 8. Silážní přípravky	41
2. 3. 8. 1. Biologická silážní aditiva (inokulanty)	42
2. 3. 8. 2. Chemické konzervační přípravky	46
2. 3. 8. 3. Kombinované silážní přípravky	47
2. 3. 9. Další metody sklizně	48
3. Opatření pro silážování	50
4. Závěr	52
5. Literární zdroje	53
6. Internetové zdroje	56
7. Seznam tabulek	57
<u>Přílohy</u>	

## 1. Úvod

Vlivem neustálého a nenávratného snižování stavů zemědělské půdy a nutnosti zintenzivňování hospodaření nejen z důvodu populačního růstu, představuje správná technologie konzervace krmiv základní pilíř úspěšné výroby masa, mléka či bioplynu. I přesto, že silážování má již dlouhou tradici, lze se v praxi bohužel často setkat s chybami, které vedou k výrobě siláží nízké nutriční hodnoty, ba dokonce zdravotně závadných. Taková siláž má negativní vliv na celý ekonomický vývoj podniku a je proto je cílem této práce vypracovat literární rešerši na toto téma a navrhnout opatření, která povedou k zvýšení úrovně výroby nejen kukuřičných siláží.

## 2. Literární přehled

### 2. 1. Charakteristika siláže

Siláž je píce nebo jiný materiál s obsahem sušiny, který by podlehl zkáze aerobními mikroorganismy a rostlinnými enzymy. Je proto skladován v anaerobním prostředí při procesu silážování, při kterém se sníží pH pomocí kyselin vznikajících jako produkty látkové výměny mikroorganismů. Toto objemné krmivo vydrží zakonzervované, dokud není vystaveno aerobním podmínkám (WOOD, 1998).

#### 2. 1. 1. Význam a cíle konzervace krmiv

Konzervace krmiv je nezbytná z důvodu časového rozdílu mezi výrobou a spotřebou krmiv. Objemná krmiva konzervovaná nejen silážováním, ale i sušením, představují základ v krmných dávkách zejména u skotu s tržní produkcí mléka, ale i všech ostatních kategorií. Cílem konzervace je ochrana krmiv po dlouho dobu před znehodnocením. Z hlediska nutričního, dietetického a též ekonomického je nezbytné zajistit vysokou kvalitu těchto krmiv. Mezi kvalitativní ukazatele patří vysoká nutriční hodnota, dobrá stravitelnost, dostatečná koncentrace energie a v neposlední řadě musí tato krmiva vyhovovat mikrobiálně hygienickým požadavkům (ČERMÁK et al., 2008; ZEMAN, 2006).

Způsoby konzervace se od sebe liší konzervačním účinkem, obsahem sušiny krmiva, strukturou, technologickými požadavky, ale také systémem skladování. Nejdůležitější opatření při konzervaci krmiv jsou:

- snížení aktuální aktivity vody jejím odčerpáním (sušení)
- zvýšení acidity a vytvoření anaerobního prostředí (silážování)

Někteří autoři (KUDRNA, 1998; ČERMÁK et al., 2008) dále uvádějí změna pH konzervačními prostředky, potlačení dýchání ochlazením pod +10°C a skladování v atmosféře CO<sub>2</sub> bez přístupu vzduchu.

Hlavní cíle úspěšné konzervace krmiv se dle Zemana (2012), dají shrnout v následujících bodech:

- vyrobít dostatečné množství kvalitních krmiv na celé krmné období

- - snížit nebezpečí nepříznivých vlivů počasí při sklízecích, konzervačních i krmných procesech
- - zajistit optimální dietetické vlastnosti, chutnost a vysokou hygienickou jakost krmiva
- - zajistit vhodnou formu odebírání krmiva v odpovídajícím množství

## 2. 1. 2. Historie silážování

Technologie silážování je stará více než 3 000 let. Již staří Egypťané a Řekové využívali tento proces ke skladování zrna a celých rostlin. Ačkoliv tento proces je znám již několik tisíciletí, je považován za nový a modernější způsob konzervování krmiv (DOLEŽAL et al., 2012).

Silážování, tak jak ho dnes známe, získalo na pozornosti na přelomu 19. století, kdy August Goffart vedl výzkum, který vedl ke kvalitnímu produktu získaného touto metodou. O pár let později byla vyvinuta sklízecí řezačka, která umožnila skloubit useknutí, rozmělnění a naložení hmoty na dopravní prostředky. To zvýšilo efektivnost o 50 %.

V 60. letech 20. století proběhl rozvoj silážních jam díky vzniku polyethylenových fólií, které umožnily jednodušší vznik anaerobního prostředí. A rovněž díky klínovému plnění též nazývanému jako Dorset (obrázek 1). O pár let později bylo vyvinuto zařízení na balení balíků do polyethylenové fólie, díky čemuž bylo možné provádět silážování i mimo silážní věže či žlaby, a to v malých snadno transportovatelných dávkách. Silážování se tak stalo dostupnou technologií i pro malé farmy bez větších nákladů (WILKINSON, 2005).

Artturi Ilmari Virtanen v první polovině 20. století prokázal, že pokud pomocí vodného roztoku anorganických kyselin zvýšíme kyselost silážovaného materiálu pod úroveň pH 4.0, zabráníme množení nežádoucích bakterií a snížení krmné hodnoty. Za tento výzkum mu byla udělena Nobelova cena (WILKINSON, 2005).

## 2. 2. Kukuřice setá (*Zea mays*)

Kukuřice je původem tropická rostlina z Jižní a Střední Ameriky. V botanickém systému je kukuřice řazena jako jednoletá rostlina, jednodomá, typu rostlin diklinických s prašnickovými (samčími) a pestíkovými (samičími květy), uspořádanými do oddělených květenství (palice a lata). Patří do čeledi lipnicovitých čili *Poaceae* (ZIMOLKA a kol., 2008).

Kukuřice je pěstována z mnoha důvodů. Hlavním je její využití ve výživě hospodářských zvířat, kde díky své vysoké energetické hodnotě je základní součástí krmných dávek, kde je obsažena až z 50%. Využívá se také ve výživě lidí, protože neobsahuje lepek a je tedy vhodná pro lidi trpící celiakií. Dále se zpracovává v průmyslu, farmacii a energetice, kde v posledních letech zaznamenala velkou oblibu (HOVORKA 2014).

Při zakládání porostu se dnes již využívá hybridního osiva. Výběr hybridu je jedním z nejdůležitějších pěstitelských rozhodnutí. Šlechtěním vznikly hybridy s různou dobou vegetace, proto je při pěstování na velkých plochách nutno kombinovat více hybridů, aby došlo ke snížení intenzity sklizňové špičky (KUDRNA et al., 1998). V podmínkách ČR je výnosový potenciál velmi silně limitován klimatickými podmínkami ročníku, zvláště dostatkem tepla a vláhly v kritických obdobích vývoje (metání lat, květ blizen, nalévání zrna). Z těchto důvodů bývá jistota a úroveň výnosu při typickém průběhu ročníku vyšší zejména u hybridů ranějších, které nebývají tolik postihovány letními přísušky a snáze dosahují požadovaného stupně zralosti (DIVIŠ et al., 1992).

## 2. 3. Silážování

### 2. 3. 1. Proces fermentace

Vlastní fermentační proces probíhá s rozdílnou mikrobiální intenzitou v závislosti na obsahu a složení sušiny, zejména na obsahu WSC, intenzitě dusání, okolní teplotě, délce řezanky a přídavku silážního aditiva. V jednotlivých fázích kvašení se postupně mění i existenční podmínky pro jednotlivé skupiny mikroorganismů, které se různě přizpůsobují nebo zanikají v důsledku tvorby fermentačních produktů (DOLEŽAL et al., 2012).

Epifytní bakterie mléčného kvašení fermentují WSC obsažené v rostlinách na kyselinu mléčnou a v menším rozsahu kyselinu octovou. Díky produkci těchto kyselin klesá hodnota pH, čímž se potlačují nežádoucí mikroorganismy (OUDE ELFERINK et al., 1999).

Přirozená fermentace je řízena převážně kyselinou mléčnou a octovou. To indikuje, že přirozená mikroflóra kukuřičné siláže obsahuje jak hetero– tak i homofermentativní bakterie mléčného kvašení. Hlavní změny v silážovaném materiálu během fermentace jsou: přeměna cukrů na organické kyseliny se snížením pH a degradace značné části nerozpustného nebo bílkovinného dusíku na ve vodě rozpustný především volné aminokyseliny. Díky nízké pufrovací kapacitě je fermentace u silážní kukuřice rychlá, v ideálních podmínkách se správným managementem sklizně a konzervace může celý proces trvat pouze sedm dní. (WILKINSON, 2005).

Fermentační proces je rozdělen do čtyř fází, které na sebe navzájem bez výrazných přechodů navazují (DOLEŽAL et al., 2012):

1. aerobní fáze (respirační)
2. hlavní fermentační fáze
3. stabilizační fáze
4. fáze zkrmování (aerobního kažení)

#### 1. Aerobní fáze (respirační)

Aerobní fáze trvá od posečení do udusání materiálu a zamezení přístupu vzduchu. Od začátku probíhá hydrolytický rozklad WSC a proteolýza. Spotřebovává se kyslík, vzniká oxid uhličitý, voda, a teplo (dle následujícího vzorce). Zvýšení teploty nad 30°C způsobuje nutriční ztráty, nad 40°C nevratné změny bílkovin a ztráty energie.



Rozklad sacharidů je závislý na koncentraci kyslíku, složení a aktivitě epifytní mikroflóry, teplotě a délce trvání respirační fáze. Vytváření anaerobního prostředí způsobuje zánik aerobních mikroorganismů, současně je nutný rychlý pokles pH, jinak hrozí rozvoj klostridií, enterobakterií a dalších nežádoucích mikroorganismů. Již probíhá určitá fermentace za vzniku kyselin mravenčí, octové a mléčné.

Za použití inokulantů může dojít ke snížení pH i pod hodnotu 5. A tím jsou potlačeny nežádoucí bakterie a mikroorganismy. Doba této fáze závisí na stupni udusání, kvalitě uzavření silážního prostoru, obsahu sušiny a délce řezanky silážovaného materiálu. Obecně platí, že z materiálu s vyšším obsahem sušiny nebo s delší řezankou se vzduch vytěsňuje hůře. Při kratší délce řezanky se více narušují pletiva rostlin, ze kterých se uvolňují amylázy a hemicelulózy a rozkládají polysacharidy a zvyšují tak koncentraci jednoduchých cukrů. Zbývající kyslík se spotřebuje tvorbou oxidu uhličitého dýcháním a odumíráním rostlinných buněk. Trvání aerobní fáze je různě dlouhá, ale je žádoucí, aby byla co nejkratší (několik hodin), v opačném případě dochází k vysokým ztrátám energie, stravitelnosti živin a je tím ovlivněn celý proces fermentace. Nejsou-li včas vytvořeny ideální podmínky pro bakterie mléčného kvašení, snižuje se hygienická jakost krmiva a aerobní stabilita siláže (KUDRNA, 1998; DOLEŽAL et al., 2012).

## 2. Hlavní fermentační fáze

Cílem v této fázi je vytvořit stabilní dostatečně kyselé prostředí, pH 4,0 - 4,2 dle typu rostliny, s dostatečně vysokým obsahem kyseliny mléčné, čímž se zajistí inhibice růstu nežádoucí mikroflóry. Na aerobní kažení to však nemá žádný vliv. Trvá v průměru 1 – 3 týdny, v závislosti na obsahu sušiny a použití silážních aditiv.

Typické je silné pomnožení populace bakterií mléčného kvašení (BMK), převážně pomalu rostoucích a citlivějších kmenů (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*), intenzivní tvorba kyseliny mléčné a rychlého vytvoření anaerobiózy za poklesu pH pod hranici 5,0. Nežádoucí mikroflóra (enterobakterie, kvasinky, plísně, klostridie) není schopna fermentovat živiny a zaniká. BMK jsou vůči kyselému prostředí odolnější a nadále fermentují sacharidy. Rozmnožují se homo- i heterofermentativní BMK až na hodnotu 1 mil. cfu.g<sup>-1</sup> hmoty. Nahrazují aktivitu původní epifytní mikroflóry, přítomné na rostlinách s intenzivní produkcí kyseliny mléčné a octové. Tím snižují hodnotu pH až na hranici 4,0, která je pro ně hraniční a též zanikají (KUDRNA, 1998; DOLEŽAL et al., 2012).



### 3. Stabilizační fáze

V stabilizační fázi jde o zajištění anaerobní a aerobní stability silážní hmoty při odběru. Postupně dochází ke zpomalení procesů štěpení hemicelulózy a enzymatického uvolnění zbytkových sacharidů k dokvašení, a ke zpomalení poklesu pH. I při nízkém pH, vzhledem k přítomnosti reziduálního vzduchu, mohou ve hmotě přežívat kvasinky a plísňe, které následně poškodí kvalitu siláže. Je proto nezbytné zabránit mikrobiální respiraci a infiltraci kyslíku a srážkové vody do silážního prostoru dokonalým uzavřením. Jinak hrozí degradace kyseliny mléčné, vysoké ztráty sušiny (až 50 %) a destabilizace siláže. Doba zrání siláže je ovlivněna obsahem a složením sušiny a použitím aditiv. Použitím inhibitorů se prodlužuje na 7 - 8 týdnů, naopak pokud použijeme inokulanty, lze ji zkrátit na 3 – 5 týdnů (DOLEŽAL et al., 2012).

### 4. Fáze zkrmování (aerobního kažení)

Tato fáze má za cíl zabezpečit aerobní stabilitu siláže po otevření a během zkrmování. Pokud dojde k provzdušnění siláže, může dojít k velkým ztrátám sušiny, organických živin a energie. Zahřívání siláže po otevření indikuje nízkou stabilitu siláže a vysokou mikrobiální aktivitu (DOLEŽAL et al., 2012). Fáze začíná při kontaktu siláže se vzduchem. Při krmení je to nevyhnutelné, ale vznik může do siláže proniknout i poškozením silážní fólie.

Typické složení čerstvé kukuřice a materiálu po skončení fermentačního procesu ukazuje tabulka 1.

**Tabulka 1.** Typické složení čerstvého a silážovaného materiálu silážní kukuřice.

	Čerstvá hmota	Siláž
Sušina (g/kg čerstvé hmoty)	300	300
pH	5,6	4,0
Vláknina (g/kg sušiny)	427	440
Škrob (g/kg sušiny)	275	280
WSC (g/kg sušiny)	135	15
Kyselina mléčná (g/kg sušiny)	-	55
Kyselina octová (g/kg sušiny)	-	30
Kyselina máselná (g/kg sušiny)	-	0
Ostatní kyseliny (g/kg sušiny)	10	15
Ethanol (g/kg sušiny)	-	10
Hrubý protein (g/kg sušiny)	80	85
Popel (g/kg sušiny)	45	50
Tuky (g/kg sušiny)	28	30
Stravitelná organická hmota (g/kg)	748	750
Hrubá energie (MJ/kg sušiny)	18,4	18,6
Stravitelná energie (MJ/kg sušiny)	11,2	11,3
Fermentovatelná stravitelná energie (MJ/kg sušiny)	10,5	8,7
Ve vodě rozpustný dusík (g/kg N)	220	550
Amoniakální dusík (g/kg N)	8	60

(WILKINSON, 2005).

### 2. 3. 2. Systémy skladování

V počátcích silážování se krmivo skladovalo v jámách v zemi nebo v keramických nádobách. Postupem času, především v 20. století, se přišlo s několika inovativními postupy, které znamenaly velký pokrok v konzervaci silážováním. V jednotlivých částech světa jsou oblíbené různé systémy. Ve Spojených státech se nejčastěji používají věžová sila, v Evropě silážní žlaby, i když se od nich čím dál více přechází k silážním vakům. V severských zemích se zase často setkáváme s balíky obalenými strečovou fólií (LOUČKA, 2011). Tyto trendy se nadále vyvíjejí a jednotlivé systémy mají své klady i zápory, proto nelze jednoznačně určit, který je

nejvhodnější. Je na jednotlivých farmářích, aby zvolili, který systém nejlépe vyhovuje jejich modelu hospodaření a byznys plánu.

Jednotlivé systémy lze konstrukčně rozdělit na stavby a dočasné prostory pro uskladnění siláží.

### 2. 3. 2. 1. Stabilní silážní stavby

Nadále se dělí na horizontální (žlaby) vertikální (věže), dále se sem započítávají i jímky a nádrže na silážní tekutiny. Platí pro ně vyhláška Ministerstva zemědělství č. 191 ze dne 7. května 2002 a § 11 Stavby pro konzervaci a skladování siláže a silážních šťáv. Podle této vyhlášky se skladovací kapacita staveb pro konzervaci a skladování siláže, jímek a nádrží na silážní šťávy stanoví podle potřeby siláže s přihlédnutím ke ztrátám konzervací, nakládáním a k době skladování při zvolené technice a způsobu konzervace a z produkce silážních šťáv (LOUČKA, 2010). Betonové a železobetonové konstrukce staveb musí vyhovovat podmínkám agresivního prostředí, být z mrazuvzdorného a nepropustného materiálu. Vnitřní plochy silážních staveb musí být hladké, s kyselinovzdorným povrchem. Nátěry musí být zdravotně nezávadné, pravidelně kontrolované a obnovované. Příjezdové komunikace, manipulační plochy, případně vjezdové rampy ke stavbám pro skladování siláží musí být zpevněné, bezprašné a musí umožňovat pojezd mechanizačních prostředků. Vjezdová rampa musí být od skladovacího prostoru silážního žlabu oddělena zaroštovaným kanálem nebo žlábkem pro odvod silážních tekutin a jimi kontaminovaných vod do jímky. Jímky na silážní tekutiny jsou většinou pod úrovní okolního terénu, mohou být však i nadzemní. Silážní tekutiny jsou u systémů s jímkou umístěnou pod povrchem odváděny buď kanálky umístěnými uvnitř, nebo vně silážního žlabu přímo do jímky, u systémů s nadzemní jímkou jsou tekutiny odváděny nejprve do sběrné podpovrchové nádoby s objemem zhruba 200 litrů. Po jejím naplnění plovák uvolní klapku čerpadla, které je odvede do nadzemní nádrže o objemu asi 2000 litrů. I silážní jímky je třeba udržovat v bezvadném provozním stavu (obr. 5). Nejvyšší hladina užitečného prostoru jímky na silážní šťávy nesmí přesáhnout nejnižší část plochy silážního žlabu. Otevřené, nezakryté jímky na silážní šťávy musí být zajištěny proti pádu osob. Při umístění

ve volném terénu mimo oplocený prostor provozní jednotky musí být oploceny (LOUČKA, 2011; DOELŽAL et al., 2012).

### 2. 3. 2. 1. 1. Horizontální silážní stavby (silážní žlaby)

Dříve převažovala výstavba do země zapuštěných žlabů s hloubkou do 2,5 metrů. Dnes převažují žlaby nadzemní a to buď průjezdné nebo neprůjezdné. Stěny silážních žlabů bývají svislé (siláž se lépe vybírá) nebo sešikmené (materiál se lépe dusá), v jejich spodní části někdy bývá štěrbina. Štěrbina slouží k odtoku silážních tekutin (tento typ žlabu byl stavěn především pro silážování řepných skrojků, ze kterých silážní šťávy hojně odtékaly), na druhé straně se skrz štěrbinu dostává do siláže vzduch, který způsobuje její kažení, proto se doporučuje štěrbinu zabetonovat, případně zakrýt plachtou a raději silážovat sušší materiály. Píce se do žlabů naváží do klínu (obrázek 1.). Do siláže tak není navážena hlína prach a další nečistoty (LOUČKA, 2011; DOELŽAL et al., 2012). Také se tím snižuje plocha vystavená vzduchu, což má za následek snížení ztrát (ROTH & HEINRICH, 2001; WILKINSON, 2005).

Existují i žlaby zastřešené. Zastřešením skladovacího prostoru se odstraní nepříznivé klimatické vlivy při plnění a vyskladňování siláže, otázkou však zůstává ekonomika takové investice. Při plnění a hutnění silážní hmoty mobilními prostředky pojíždějícími po povrchu je však přípustná jen taková maximální výška naskladnění siláže, kdy, a to i po sklopení korby, mají mobilní prostředky nad sebou minimálně 1 metr volného prostoru. Silážovaná hmota se i pod střechou musí zakrýt plachtou a po celé ploše zatížit. Naprosto nevhodné je zastřešení, při kterém se uvnitř stavby za slunečného počasí zvyšuje teplota.

Při stavění žlabů, kde se předpokládalo, že se bude silážovat materiál s obsahem sušiny menší než 30 %, se budovaly odtokové kanálky ve dnech žlabů. Způsob krytí odtokových kanálků musí umožnit odtok silážních šťáv. V kanálcích jsou proto umístěné dřevěné hranolky; jedna podélná strana hranolku je podložena lištou a silážní tekutiny tak mohou jednoduše odtékat. Silážovaná hmota se tedy naskladňuje na hranolky umístěné šikmo. Po odebrání siláže se lišta vytáhne a hranolky tak tvoří se dnem silážního žlabu rovnou plochu. Příčný sklon dna silážního žlabu k odtokovým kanálcům musí být nejméně 3 %. Podélný sklon dna

silážního žlabu musí být nejméně 1 % ke straně, od které se začíná žlab vybírat. V silážních žlabech pro siláž o sušině nad 30 % postačuje příčný a podélný sklon 1 %. V zastřešených silážních žlabech se příčný a podélný sklon nestanovuje.

Skladovací a manipulační plochy silážního žlabu s výjimkou nájezdové a výjezdové rampy musí být zabezpečeny obrubníky nebo příkopy tak, aby do nich nemohla vnikat přívalová dešťová voda nebo z nich vytékat tekutina na vodohospodářsky nezabezpečené plochy. Okraj obrubníků silážního žlabu a jímky na skladování silážních šťáv musí být vyvýšen nejméně 0,4 metru nad terén. Sklon nájezdové a výjezdové rampy u žlabů musí být do 10 %. U povrchových žlabů je sklon nájezdové a výjezdové rampy vždy větší než podélný sklon žlabu. Dilatační spáry konstrukce musí být řádně utěsněny. Nejmenší rozdíl mezi nejvyšší hladinou podzemní vody stanovenou v hydrologickém průzkumu staveniště a nejnižším místem základové spáry silážního žlabu a jímky je 0,5 metru čistoty (LOUČKA, 2011; DOLEŽAL et al., 2012).

Mezi nevýhody tohoto systému patří vysoká kapacita, která je nevhodná pro malé farmy. Vysoká investice při výstavbě a dlouhé odepisování. V horizontu až 40 let, což je typická životnost stavby, je vysoká šance, že může dojít ke změně počtu či druhu hospodářských zvířat v podniku. A hrozí tak nedostatečné nebo špatné využití žlabů. V ČR je používání žlabů převažující technologií, jelikož jsou již postaveny a nejsou zatíženy odpisy, tudíž jejich provoz je tedy relativně levný. Dle autorů (WAGNER & WEBER, 2008) je dusání siláží ve žlabu limitujícím faktorem celé linky.

### 2. 3. 2. 1. 2. Vertikální silážní stavby (věžová sila)

Věžové systémy mají relativně dlouho historii nejstarší dochovaná věž je z roku 1898 v Madisonu v areálu Univerzity Wisconsin. U nás se tento systém neujal z důvodů velké poruchovosti vybíracího i plnicího mechanismu. Dalšími nevýhodami jsou vysoká investiční náročnost, pomalé plnění, nerovnoměrné dusání, nedostatečné vytlačení vzduchu v horních vrstvách, úzké rozpětí sušiny siláží 30-45 % z důvodů většího vytěsňování šťáv u spodních vrstev (LOUČKA, 2011; DOELŽAL et al., 2012).

Ovšem v USA se jedná o nejrozšířenější technologii skladování siláží. Věže zabírají nejmenší podíl půdy oproti ostatním systémům. Dalšími výhodami jsou nízká potřeba lidské práce, nižší ztráty sušiny a vyšší kvalita siláže z důvodů lepšího vytěsnění vzduchu. Pro podniky vychází v horizontu 20 let z ekonomického hlediska nejvýhodněji (LOUČKA, 2011).

Potenciál systému je především v budoucnosti, při tlaku na automaticnost provozů je ze současných technologií nejvhodnější.

### 2. 3. 2. 2. Silážování do vaků

Silážní lisy se skládají ze základních stavebních prvků, kterými jsou příjmový stůl, lisovací rotor a lisovací tunel s držákem na vaky. Technický výkon lisů na trhu je nad 150t/hod. V závislosti na dopravě a substrátu je možné realizovat až 3 ha/hod., tento výkon plně navazuje na moderní vysoce výkonné sklízecí řezačky. K plnění lisu je možné použít senážní vozy, vozy s výtlačným čelem, návěsy s kónickou korbou nebo různé nakladače. Oproti silážním žlabům odpadá zakrývání plachtou a její zatížení, což urychluje hermetické uzavření vaku a tím kvalitu fermentace, a také snižuje potřebu lidské práce (WAGNER & WEBER, 2008).

Výhodami systému silážování do vaků je snadné a přehledné rozdělení krmiv, stejně jako možnost oddělení jednotlivých pozemků, sečí či dokonce i fůr. Nehrozí kontaminace krmiva zeminou nebo dalšími nežádoucími látkami. Lze libovolně a přesně nastavovat a měřit míru stlačení siláže, objemová hmotnost siláže ve vaku bývá až o 20 % větší než ve žlabu. Díky univerzálnosti použití lze lisovat siláže, pивní mláto, cukrovarské řízky a suché i vlhké zrnо. Investiční náklady jsou nízké, nabízí se možnost výdělku poskytováním této služby jiným farmářům. Výhodou je nezastavování zemědělské půdy, možnost měnit umístění vaků každý rok, a především možnost skladování přímo na poli (v takovém případě je však nutné umístit vak do takových podmínek, odkud v zimě nebo ve vlhkých obdobích bude možné krmivo odebírat). Je možné libovolně kombinovat počet a druhy vaků (tabulka 2). Díky tomu je vždy možnost konzervovat materiál, nehrozí přeplnění kapacity v případě vysokých výnosů, a lze eliminovat kažení v době zkrmování zvolením vaků s odpovídajícím průměrem.

**Tabulka 2.** Kapacita silážních vaků.

Průměr vaku (m)	Délka vaku (m)	Množství t/m délky (při stlačení 0,6t/m <sup>3</sup> )	Skladovací množství t/vak
2,4	75	3,0	203
2,7	75	3,8	257
3,0	75	4,7	317
3,3	75	5,6	457
3,6	75	6,7	951

(WAGNER & WEBER, 2008).

Ovšem vaky mají i svá úskalí. Jelikož je krmivo chráněno pouze fólií, je větší riziko aerobního narušení při poškození plachty, ať už ptáky či jinými zvířaty. Životnost plachty se uvádí 18 až 24 měsíců v závislosti na nadmořské výšce, proto je nutné vaky do dvou let zkrmit.

Po naplnění vaku je nutné ho hermeticky uzavřít. Avšak aby se zabránilo prasknutí vaku, je nutné použít ventil k uvolnění kvasných plynů v prvních dnech po uzavření. Uzavřený konec vaku je nutné zatížit, aby se zabránilo poškození fólie vlivem větru.

#### 2. 3. 2. 3. Silážování do nezpevněných hromad

Tento systém přetrvává dodnes, ale slouží spíše jen jako rizikové řešení v případě, kdy nejsou k dispozici jiné prostory. Z nákladového hlediska se jedná velmi levný způsob konzervace, ovšem kvůli vysokým ztrátám a špatné kvalitě krmiva se od něho ustoupilo.

#### 2. 3. 2. 4. Ekonomické porovnání systémů

Dle Loučky (2011), který vychází ze studií z Wisconsinu, od Crop Storage Institutu WI ([www.cropstorage.com](http://www.cropstorage.com)), z roku 2010, porovnávajícího věžová sila, silážní žlaby a silážování do vaků. Při porovnání celkových nákladů po dvacetiletém užívání vycházejí jako nejvýhodnější věžová sila; v porovnání s vaky jsou levnější až o 35 procent. Ekonomické srovnání vaků a žlabů pak vychází o 10 procent lépe ve prospěch vaků.) V dalším rozboru byly tyto systémy porovnávány

ohledně množství uskladněného krmiva při kapacitě 10 000 tun a 30 000 tun, při sušině 35 %. Rozdíly mezi náklady na jednu tunu sušiny u silážních věží jsou vyrovnané nákladům ve vacích, v obou případech jsou u silážních prostor pro 1000 tun zhruba o polovinu vyšší než pro 3000 tun. V absolutní hodnotě je roční náklad na skladování jedné tuny siláže u vaku nebo silážní věže o kapacitě tisíc tun sušiny roven zhruba 14 USD. U silážních žlabů náklady vzrostly jen o 20 %. U věžových sil bylo počítáno se ztrátami hmotnosti 7 %, u silážních žlabů 17 % a u vaků 10 %, u všech typů silážních žlabů bylo počítáno s cenou jedné tuny siláže 40 USD. Podíl investičních nákladů z celkových byl při kapacitách tisíc tun u věže 35 %, u žlabu 15 % a vaku 7 %.

Autoři (STEINHÖFEL & WEBER; 2008) porovnávali nákladnost silážování do vaků a nových silážních žlabů v podmínkách Německa. Při využití systému vakování činí náklady 0,8 – 1 euro cent na každých 10 MJ Nel u siláže nebo 0,5 centu na 1 kg mléka. Zhruba se udává cena 4 € na 1 tunu siláže, pokud podnik vlastní lis. Pro podnik, který skladuje ve vacích ročně více jak 2500 tun je tudíž výhodnější pořízení vlastního lisu. Při využití služeb se cena vyšplhá až na 5 – 6 € na tunu. Podniku využívajícímu již odepsaných žlabů pořád vznikají náklady na práci při utlačení, fólii na zakrytí, nátěr na stěny žlabů. Cena za 1 tunu siláže je 2,2 – 2,5 €. K hodnocení je nutné započítávat i ztráty při konzervaci, které ve vaku bývají 10 % a ve žlabu 17 %. U kukuřičné siláže se 1 % ztrát hodnotí 0,3 €/t a značně tak ovlivňuje ekonomiku silážování.

Při porovnání silážování do vaku a výstavbě nového silážního žlabu vykazuje první systém menší náklady na uskladnění (viz tabulka 3). Rychleji se amortizuje (do 6 let), vykazuje menší ztráty krmiva, vyšší výkon při plnění a nezpomaluje tak silážní linku. Další plusem jsou nižší investiční náklady, příznivost pro životní prostředí a malé riziko investice, neboť stroj je kdykoliv prodejný.



**Tabulka 3.** Náklady na každou tunu siláže (bez nákladů za ztráty).

	Silážní lis G7000 Europe			Zpevněná plocha pro vaky	Nový silážní žlab (74x50x4 m)		
Investiční cena (€)	75 000			109 350 <sup>5, 6</sup>	370 000 <sup>7</sup>		
Doba odpisu	6 let			15 let	25 let	10 let	5 let
Kapacita t/rok	9 000	15 000	30 000	9 000	9 000	9 000	9 000
Náklady v € na 1 tunu							
Kapitálové náklady	1,39	0,00	0,00	0,81	1,64	4,11	8,22
Úrok 6 %	0,22	0,15	0,08	0,40	1,23	1,23	1,23
Fólie <sup>1, 8</sup>	1,55	1,55	1,55		0,23	0,23	0,23
Provoz <sup>2</sup> /utlačení <sup>3</sup>	1,5	1,53	1,53		1,88	1,88	1,88
Nátěr žlabu <sup>4</sup> /údržba	0,0	0,05	0,05		0,11	0,11	0,11
Celkové náklady na 1 tunu siláže	4,73	3,27	3,20	1,21	5,10	7,56	11,6 8

(STEINHÖFEL & WEBER; 2008).

- 1) 425 €/vak při 275 t ve vaku
- 2) 7 hodin při 5 motohodin/vak, při 60 €/motohodina (včetně 0,6 l nafty/t) a 8 pracovních hodin/vak při 15 €/hod.
- 3) 2,5 mint/t při 45 €/traktorová hodina (traktor, mzda, nafta)
- 4) Nátěr bitumenovým lakem každé 3 roky, 5 €/m<sup>2</sup> pro 75x4x2 m
- 5) 16 €/t
- 6) 1,24 t nebo 0,81 m<sup>2</sup> /t při nákladu 20 €/m<sup>2</sup>
- 7) <sup>25</sup> €/m<sup>2</sup>
- 8) 0,35 €/m<sup>2</sup>, fólie 150 μm s podkladovou fólií pro rozměr 70x50x1,3 a 20 pracovních hodin při 15 €/hod.

### 2. 3. 3. Sklizeň

Kukuřice se na siláž sklízí přímo, nejčastěji samojízdnými sklízecími řezačkami, kdy se v jediné operaci kloubí uříznutí, sebrání, rozřezání na částice odpovídající velikosti, rozdrčení zrn a naložení na dopravní vůz (WILKINSON, 2005).

Sklizeň je vhodné provádět v optimálním stadiu rostlin, obsah sušiny celé rostliny 28-34 %, palic 45 – 55 %, zrna 60 – 65 % zbytku rostliny bez palic 24 – 25 %, zároveň se objevuje černá skvrna (obrázek 2) na bázi obilky. V tomto stadiu v rostlině končí ukládání živin, zejména škrobu. Po tomto období dochází pouze k přestavbě a přesunu látek ze stébla do hůře fermentovatelného zrna (ASHLEY, 2001; DOLEŽAL et al., 2008; TŘINÁCTÝ et al., 2013).

Kukuřice na siláž spolu s rozvojem palic a asimilací škrobu v zrnech (až do voskové zralosti) zvyšuje svojí nutriční hodnotu a koncentraci energie, neboť klas získává čím dál tím větší podíl proti zbytku rostliny. Proto se jako optimální sklizňové stadium uvádí voskově-mléčná zralost, kdy je v rostlině největší koncentrace energie (viz tabulka 4) (TŘINÁCTÝ et al., 2013; ROTH & HEINRICH, 2001).

**Tabulka 4.** Vliv vegetačního stadia sklizně kukuřice na chemické složení a výživnou hodnot siláže v 1 kg sušiny.

Stádium/jednotky	Sušina (g/kg)	Vláknina (g/kg)	PDIN (g/kg)	PDIE (g/kg)	NEL (g/kg)	Degrad. NL (%)
Květ	185	270	59	65	5,92	75
Mléčná	235	226	48	63	6,21	74
Mléčně-vosková	290	203	45	63	6,35	73
Vosková	345	200	42	62	6,48	72
Plná vosková	370	198	41	61	6,52	70

(Bíro et al., 1995 – cit. TŘINÁCTÝ et al., 2013).

Pokud se sklízí materiál s nízkým obsahem sušiny (pod 28 %), dochází k nižšímu výnosu živin. Při fermentaci převládají heterofermentativní bakterie, které mají oproti homofermentativním zhruba dvojnásobnou spotřebu energie. Odtokem silážní šťávy tak dochází ke značné ztrátě živin. Snižuje se rozdíl mezi obsahem kyseliny mléčné a octové. Výhodou brzké sklizně je na druhou stranu vyšší koncentrace cukrů a nižší hodnoty ligninu (DOLEŽAL et al., 2008; NOVOTNÝ, 2005 – cit.

TŘINÁCTÝ et al., 2013). Výnos sušiny se snižuje o 1 % každý den před voskovou zralostí (ASHLEY, 2001).

Při pozdní sklizni (obsah sušiny nad 35 %) nedochází k odtoku silážních šťáv a dochází k maximálnímu výnosu škrobu, jelikož ten je pomalu degradován. To jsou ale jediná pozitiva, negativ to však přináší hned několik. Spolu se sklizením suchých rostlin ů2sklízíme i části suchých listů, na jejichž povrchu dochází k rozvoji plísní a růstu a množení kvasinek, které mají negativní vliv na fermentační proces i celkovou kvalitu krmiva. Fermentační proces je také negativně ovlivněn nižším obsahem cukrů v silážovaném materiálu. Bakterie nemají dostatek cukrů a nevytváří dostatek žádoucích kyselin. Kukuřičná siláž do krmných dávek dodává pohotové cukry pro bacherovou mikroflóru, při sníženém obsahu cukru je nutné ho dodat z jiného zdroje. Jelikož nutriční látky v pozdějších stádiích vývoje rostliny přecházejí ze stonku do zrna, je nutné zrno narušit aby se zvýšila jejich využitelnost. To má za následek snížení výkonu silážní linky a vyšší náklady při sklizni. Doporučuje se zkrátit délku řezanky a zvýšit intenzitu utlačení silážovaného materiálu (DOLEŽAL et al., 2008; NOVOTNÝ, 2005 – cit. TŘINÁCTÝ et al., 2013). TŘINÁCTÝ et al. (2013) uvádí, že kukuřici s obsahem sušiny vyšším jak 38 % resp. 40 % je nutné silážovat s použitím inokulantů, jelikož hrozí vysoké riziko redukce fermentačního procesu, což způsobuje nižší aerobní stabilitu a rapidní snížení kvality siláže.

Francouzský ústav Arvalis zavedl metodu určování zralosti kukuřice. Jejím cíle je určit s dostatečným předstihem termín sklizně. Metoda je založena na pozorování kukuřice na poli a to měsíc po kvetení samčích květů (viz obrázek 3). Postup je následující (TŘINÁCTÝ et al., 2013):

- V reprezentativní části porostu deset minut před pozorováním zbavíme 20 za sebou jdoucích palic listenů, aby se docílilo vybarvení zrna.
- Pozorujeme zrna ze střední části palice, úroveň naplnění zrna a rozdělení mezi jednotlivými typy endospermu v rámci zrna (sklovitý, moučnatý, mléčný). Je-li sklovitá čočka dobře viditelná na převážné většině zrn, sušina celé rostliny je 27 %. Od této sušiny lze velmi dobře určit termín sklizně.
- Do konečného rozhodnutí je nutné zohlednit i stav vegetativního aparátu a typ pěstovaného hybridu. Pokud je sezóna suchá a rostlině chybí vláha, je nutné

zvýšit celkovou sušiny rostliny o 3 %. V případě, že je tomu naopak, a rostlina má vláhy nadbytek, je nutné snížit celkovou sušiny rostliny o 3 %.

I nevhodné klimatické podmínky při sklizni ovlivňují výslednou kvalitu krmiva. Sklízí-li se v dešti, hrozí kontaminace siláže zeminou, zejména pokud se konzervuje v silážních žlabech. V suchém období se zase zvyšuje prašnost.

Zeminou se do siláží dostávají klostridie, které způsobují máselné kvašení a tvorbu kyseliny máselné spolu s biogenními aminy. Částičky zeminy mají vysokou pufrací schopnost a snižují kvalitu fermentačního procesu zpomalováním okyselení materiálu (TŘINÁCTÝ et al., 2013).

Délku řezanky je nutné přizpůsobit obsahu sušiny sklizeného materiálu, stupni zralosti a způsobu zpracování konzervovaného krmiva. Při nižší sušině (pod 30 %) je vhodné řezanku prodloužit (15 – 20 mm), při vyšší (nad 35 %) je nutné řezanku zkrátit (6 – 8 mm). Hraniční délka je 8 mm, delší částice se označují jako strukturní neboli podporující motoriku bacheru (TŘINÁCTÝ et al., 2013). Bez použití zařízení na drcení zrna by neměla řezanka přesáhnout 12 mm (LOUČKA, 2012).

#### 2. 3. 4. Zkrmování

Při otevření sila dochází k provzdušnění siláže, což vede k druhotné fermentaci. Vlivem aerobního prostředí dochází k rychlému obnovení rozkladných procesů a růstu kvasinek a plísní. Ty oxidují kyselinu mléčnou, čímž se zvyšuje hodnota pH a klesá konzervační účinek. Je proto nutné minimalizovat působení vzduchu na siláž a to především minimalizací plochy odebírané hmoty. Dále je nutné při odběru provádět čisté řezy, nevytrhávat a nenačechrávat siláž. Vhodné je odbírat pouze množství určené k přímému zkrmování, neboť při meziskladování se výrazně podporují nežádoucí změny. Rychlost a síla druhotné fermentace závisí také na teplotě: při vyšších teplotách se procesy urychlují a dochází k většímu kažení. Všeobecně se udává, že u silážních žlabů by se měla v létě odebrat alespoň 30 cm silná vrstva (TŘINÁCTÝ et al., 2013). U silážních vaků je to v zimě 1 m a v létě alespoň 2 m (RUSTER & KLEINMANS, 2001).

### 2. 3. 5. Silážovatelnost

Silážovatelnost je vlastnost krmiva zkvasit tak, aby ztráty jeho hmotnosti, kvality a dietetických vlastností byly co nejmenší (DIVOKÝ et al., 2000). Dle dalšího autora se jako silážovatelnost označuje vhodnost k silážování na základě chemického složení krmiva (ČERMÁK et al., 2008). DOLEŽAL et al. (2012) uvádějí silážovatelnost píce jako schopnost vytvořit dostatečné množství kyseliny mléčné a zakonzervovat tím hmotu sníženým pH. Je závislá nejen na chemickém složení materiálu, ale i na mikrobiálním složení, které je silně ovlivněno technologií sklizně a konzervace.

Silážovatelnost je závislá na mnoha faktorech: mezi nejdůležitější patří obsah sušiny, obsah ve vodě rozpustných sacharidů (WSC- water soluble carbohydrate) a pufovací kapacitou.

WSC slouží jako hlavní zdroj pro tvorbu kyseliny mléčné. Obsah WSC v rostlině záleží na zavadnutí, denní době a hnojení dusíkem. Nejvyšší obsah WSC v rostlině se udává okolo 17. hodiny. Hnojení dusíkem může mít na koncentraci cukrů v rostlině neblahý vliv, jelikož podporuje tvorbu a růst listové části rostlin a nejvyšší obsah cukrů je ve stonku. Mezní hranicí obsahu WSC je 30 g/kg čerstvé hmoty. Pod touto hranicí je vysoké riziko špatné kvality silážního procesu (WILKINSON, 2005). Přibližná hodnota WSC se měří refraktometrem, který musí být zkalibrován na daný druh plodiny. Přesnější určení obsahu cukrů se získává analytickou metodou dle Nařízení komise (ES) č. 152/2009, str.42 (TŘINÁCTÝ et al., 2013).

Pufrovací kapacita je definována jako množství kyseliny mléčné potřebné ke snížení pH 4,0 v g/kg sušiny materiálu (ČERMÁK et al., 2008). Hlavním faktorem pufovací kapacity je obsah solí slabých organických kyselin v rostlině, které zvýšením kyselosti prostředí v rostlině disociují a uvolňují volné kationty. Běžně je to provázeno zvýšením koncentrace volných H<sup>+</sup> iontů a z toho plynoucího snížení pH. V materiálu s vysokou pufovací kapacitou volné kationty reagují s kyselinami vytvořenými během fermentace, což vede k malé nebo žádné změně pH. Tento jev je nazýván pomalou fermentací, ačkoliv množství vyprodukované kyseliny může být stejně velké jako při fermentaci s rychlým okyselením (WILKINSON, 2005).

Od obsahu sušiny se odvíjí koncentrace buněčných šťáv a osmotické podmínky, které stanovují aktivitu vody pro fermentaci. Při zvýšeném obsahu sušiny dochází ke zpomalení pochodů mikrobiální látkové výměny a k posunutí hranice růstu klostridií závislé na pH a tím kritické hodnoty pH směrem k neutrální hranici. Na obsahu sušiny tak závisí kritická hodnota pH, jenž stanovuje hranici kyselosti materiálu pro zabránění růstu klostridií (ČERMÁK et al., 2008). Při optimálním obsahu sušiny se zvyšuje koncentrace WSC, zvýšení bakteriostatického a selektivního účinku, zlepšení podmínek pro vlastní fermentační průběh, redukuje se nežádoucí bakterie, naopak bakterie mléčného kvašení jsou víc tolerantní k vyššímu obsahu sušiny (ZIMMER & HONIG, 1987; – cit. DOLEŽAL et al., 2012).

Při velmi nízké sušině (pod 24 %) se špatně silážují i snadno silážovatelné plodiny, jakou je kukuřice. Nedostatečný obsah sušiny vede k výraznějšímu rozkladu buněk již v anaerobní fázi, intenzivnějšímu procesu fermentace s vyšší tvorbou kvasných produktů, především kyseliny octové. Zvyšuje se také šance poklesu kvality siláže mikrobiálním rozkladem. Proto je doporučováno sklízet kukuřici raději později při vyšším obsahu sušiny (DOLEŽAL et al., 2012).

Predikce silážovatelnosti je stanovena obsahem WSC a jejich poměrem k obsahu dusíkatých 2h a jiných látek, které určují tlumivou kapacitu siláže (LÁD, 2006).

Predikce silážovatelnosti lze vyjádřit koeficientem fermentace (KF) (LÁD, 2006).

$$KF = \frac{S + VRS}{PK}$$

S – hodnota sušiny

VRS – obsah WSC

PK – pufrační kapacita

Podobným ukazatelem je S/PK kvocient. Tím se určí, kolikanásobné množství WSC je potřeba k tvorbě dostatku kyseliny mléčné. Jelikož se cukry nerozkládají jen při tvorbě kyseliny mléčné, ale i při tvorbě dalších produktů (kyselina octová, alkohol CO<sub>2</sub>), jejichž okyselující schopnost, je menší. Tudíž je nutné, aby hodnota KF byla větší než 1.

Jednotlivé plodiny se dle tohoto koeficientu dělí takto (DOLEŽAL et al., 2012):

- - snadno silážovatelné: KF vyšší než 4 (kukuřice)
- - obtížně silážovatelné: KF 2 – 4 (trávy, obilniny, luskoviny)
- - těžce silážovatelné: KF menší než 2 (vojtěška, jetel).

Tabulka 5 znázorňuje složení a vhodnost jednotlivých materiálů k silážování.

**Tabulka 5.** Údaje o silážovatelnosti různých krmných plodin.

Krmná plodina	Sušina g/kg čerstvé hmoty	Dusíkaté látky g/kg sušiny	Cukry g/kg sušiny	Pufrovací kapacita g kys. mléčné/kg sušiny	Kvocient S/PK	Koeficient fermentace
kukuřice	280	75	230	35	6,6	81
chrást cukrové řepy	145	135	285	52	5,5	59
brukev zelná	155	150	290	66	4,4	51
zelený oves	220	95	130	40	3,3	48
peluška	155	180	155	40	3,2	41
bob sviňský	150	175	145	49	3,0	39
lupina sladká	150	180	115	49	2,5	35
trávy	200	140	115	46	2,4	39
zelené žito	160	155	135	47	2,4	35
jetel červený	200	165	115	56	1,7	34
vojtěška	200	190	65	74	0,9	27

(ČERMÁK *et al.*, 2008).

Silážovatelnost však není závislá pouze na chemickém složení materiálu. Rovněž mikrobiální skladba má významný vliv. Většina autorů uvádí, že rostliny, které se sklízí napřímo, tzn. bez zavadání, jsou lépe silážovatelné.

Enterobakterie (*Coli aerogenes*) patří mezi mikroorganismy negativně ovlivňující silážovatelnost. Působí hlavně během první fáze fermentace. Nejčastěji se do siláže dostávají zeminou. Působí i v anaerobním prostředí, avšak acidita pod pH 4,5 zastavuje jejich aktivitu. Jejich hlavním produktem je kyselina octová, dále pak alkohol a CO<sub>2</sub>. Při pomalém snižování pH mohou tvořit i biogenní aminy (DOLEŽAL et al., 2012).

Mezi faktory ovlivňující možnost zvýšení klostridií a enterobakterií patří (DOLEŽAL et al., 2012):

- výška strniště, kdy při nízké výšce strniště hrozí kontaminace půdou a kontaminace klostridiemi
- neotáčení píce, přejíždění řádků, slehnutí, kdy tím vytvořené anaerobní prostředí zvyšuje výskyt klostridií
- nevhodné klimatické podmínky, kdy se ve vlhčích podmínkách zvyšuje obsah klostridií
- zvýšené hnojení organickými hnojivy, nedodržení ochranné lhůty mezi hnojením a sklizní
- nedostatečná hygiena při plnění silážních prostor, kontaminace zeminou či starou siláží

V tabulce 6 jsou uvedeny orientační hodnoty počtu mikroorganismů jednotlivých plodin.



**Tabulka 6.** Hodnoty počtu mikroorganismů jednotlivých plodin.

druh krmiva	mléčné bakterie	enterobakterie	klostridie	kvasinky
Kukuřice	100 000	dle stavu porostu	0	10 000
travní porosty	10	0	300	1 100
travní porost zavadlý	300	20 000	650	500
Vojtěška	10	250	100	400
vojtěška zavadlá	1 000	4 500	150 000	50 000
cukrovarské řízky	0	0	0	0

(DOLEŽAL et al., 2012).

### 2. 3. 6. Nutriční hodnota

Kukuřičné siláže jsou nevýznamnější sacharidové krmivo. V krmných dávkách skotu často tvoří až 50 % sušiny. Jedná se rovněž o nejlevnější energetické krmivo pro přežvýkavce (TŘINÁCTÝ et al., 2013). Rostlina není homogenní, její jednotlivé části se výrazně liší v histologické struktuře, morfologické skladbě a výživové hodnotě. Na kvalitu píce má nevýznamnější vliv růstová fáze, v níž se rostlina sklízí (LÁD, 2006). Pokud požadujeme od zvířat vysokou užitkovost, musíme jim nabídnout dostatečně kvalitní krmnou dávku. Pro ekonomiku produkce je nutné vytvořit co nejkvalitnější objemná krmiva a tím snížit náklady na jadernou část krmné dávky. Každá chyba při sklizni či konzervaci krmiva se jen těžko dohání, vyžaduje další náklady na aditiva a i přesto se většinou projeví na nižší kvalitě siláže. Vhodné je plodiny sklízet v optimálním stádiu růstu, kdy poměr mezi obsahem živin a stravitelnosti je na ideální hranici.

**Tabulka 7.** Koncentrace základních živin v kukuřici a podíly jednotlivých částí rostlin ze sušiny.

Živina (v sušině)	Průměr (%)	Rozpětí (%)
N-látky	8	6-17
ADF	28	20-40
NDF	48	30-58
Část rostliny	% podíl sušiny	
Zrno	15-60	
Listy	15-25	
Stonek	20-40	
Vřeteno	6-10	
Listen a lata	6-8	
Podíl jednotlivých živin pro energetickou hodnotu kukuřice (%)		
Škrob	45	
NDF	25	
Neškrobnaté sacharidy	10	
Bílkoviny	10	
Tuk	10	

(SCHROEDER, 2004 - cit. TŘINÁCTÝ et al., 2013).

Kukuřičné zrno je hlavním zdrojem energie kukuřičné siláže. Většina energie se nachází v endospermu. Rozeznáváme dva druhy endospermu: moučnatý a sklovitý (HOSENEY, 1986 – cit. TŘINÁCTÝ et al., 2013). Sklovitý endosperm je tuhý a průsvitný, je primárním škrobem kukuřice typu flint, používá se pro suché mletí na šrot a má vyšší obsah surového proteinu než moučnatý. Ten je otevřenější ve struktuře a zároveň je neprůhledný. Obsah škrobu v zrně je převážně určen stupněm zralosti, který se určuje výškou mléčné linie (viz sklizeň). Faktory ovlivňující obsah energie ze škrobu jsou tyto: poměr zrna a zbytku rostliny, typ zrna, zrnová struktura, která může být nahrazena drcením zrna a vlhkost zrna (TŘINÁCTÝ et al., 2013). Stravitelnost škrobu v silážích se za 6 měsíců skladování zvýší o 15 % (KOLÁŘOVÁ, 2014).

Energie obsažená v zelené části rostlin je ovlivněna mnoha faktory. Významné jsou druh rostliny, typ či druh hybridu, zralost, výška strniště, počasí, klimatické

podmínky nebo třeba i kvalita fermentace. Vliv stravitelnosti detergentní vlákniny (NDFD) byl dle autorů (OBA & ALLEN, 1999 – cit. TRÍNÁCTÝ et al., 2013) vyčíslen následovně: každému nárůstu hodnoty NDFD o 1 % odpovídá nárůst příjmu sušiny o 0,17 kg na den a nárůst mléka upraveného na standardní hodnotu tuku o 0,25 kg na den.

### 2. 3. 7. Hodnocení kvality kukuřičných siláží

Kvalita siláže se nejlépe pozná na zvířatech. Vysoká produkce kvalitního mléka, vysoké přírůstky a dobrý zdravotní stav jsou ideálními znaky vysoké kvality siláže. Užitek a zdravotní stav zvířat je však ovlivněn více faktory, proto se pro hodnocení siláže musí využívat jiných postupů a to jak subjektivních, tak i objektivních.

Subjektivní hodnocení siláže se určuje barvou, strukturou, vůní a chutí. Následující tabulka ukazuje jednotlivé faktory včetně toho, co nejčastěji indikují.

**Tabulka 8.** Subjektivní posouzení siláže.

Posouzení	Indikující
<u>Barva</u>	
Žlutá	Nízký obsah proteinu/ druhotná fermentace pokud jde o spodní část sila
Tmavě zelená	Vysoký obsah proteinu
Hnědá	Zahřátí/ Narušení proteinu
Černá	Opakované zahřívání/ kontaminace půdou/ aerobní zhoršení
Bílá/šedivá	Plíseň
<u>Textura</u>	
Vlhká	Nízká sušina/pozor na šťávy a druhotnou fermentaci
Sliznatá	Druhotná fermentace
Suchá	Vysoký obsah sušiny
Listnatá	Vysoký obsah energie a bílkovin
Stonkovitá	Nízký obsah energie a bílkovin
Hrubá/Drsná	Nízký příjem pokud je i stonkovitá
Jemná	Vysoký příjem pokud je i listnatá
Lepkává	Zbytkové WSC
<u>Vůně/Chuť</u>	
Sladká	Dobrá fermentace/kyselina mléčná
Octová	Kyselina octová
Ovocná	Aktivita kvasinek
Dávivá	Sekundární fermentace/kyselina máselná
Ostrá	překyselení

(WILKINSON, 2005).

Objektivní hodnocení probíhá pomocí laboratorních testů. Autoři (WILKINSON, 2005, TRINÁCTÝ et al., 2013) uvádějí následující doporučené laboratorní analýzy:

- stanovení korigované sušiny (nutnost přičtení těkavých látek unikajících při sušení: kyseliny, alkoholy, estery, amoniak): při nízkém obsahu hrozí sekundární kvašení, při vyšším plesnivění

- pH: dobře fermentovaná siláž má hodnotu pH okolo 4,0, při vyšší sušině stoupá i pH
- stanovení kyselin a alkoholu: hlavní je vysoký obsah laktátu, vyšší obsah etanolu značí horší aerobní stabilitu
- stanovení stravitelnosti: určuje se pokusy na zvířatech nebo výpočty na základě chemických rozborů
- stanovení energetické hodnoty: vyjadřuje se jako metabolizovatelná energie nebo netto energie produkce
- stanovení proteinů: zjišťuje se výpočtem z rozboru hrubého proteinu a dále různých forem stravitelného dusíku
- potenciaální příjem siláže: test na zvířatech

Ukazatele kvality siláží se dělí dle vztahu k čerstvé hmotě do tří skupin (TŘINÁCTÝ et al., 2013):

- látky, které se během fermentace výrazně nemění: jsou vhodné pro určení výživné hodnoty krmiva, ne k posouzení kvality fermentace (sušina, tuk, vláknina, popeloviny)
- látky, které se během fermentace výrazně mění: (sacharidy, vitamíny, karoteny, bílkoviny)
- látky, které během fermentace vznikají: slouží k posouzení kvality fermentačního procesu (produkty fermentace – kyselina mléčná, těkavé mastné kyseliny, oxid uhličitý, alkoholy, aceton a další)

#### 2. 3. 7. 1. NORMA 2004

V České republice se dnes k hodnocení siláží používá NORMA 2004, která vychází z obsahu sušiny, obsahu vlákniny a dusíkatých látek a fermentačního procesu. Za jednotlivé parametry (za sušinu 20 bodů, za vlákninu 30 bodů, za dusíkaté látky 20 bodů, za fermentaci 30 bodů) jsou siláži přidělovány body, až do maximální hranice 100 bodů. Při nedodržení stanovených hranic se dle systému provádějí srážky

na bodech (viz tabulka 9). Sušina, vláknina a dusíkaté látky se hodnotí mimo jiné také proto, že se zjišťují přímo a nevypočítávají se jako jiné parametry.

Obsah sušiny se hodnotí kvůli technologii krmení, která se v současné době používá. Pro míchání krmných směsí se často využívá krmných vozů se systémem TMR, pro jehož správnou funkci je vyžadována siláž s obsahem sušiny cca 35 %. Vláknina určuje stravitelnost a příjem krmiva. Obsah dusíkatých látek ovlivňuje ekonomiku siláže. Při nízkém obsahu dusíkatých látek se musí dusík doplnit drahými preparáty (TŘINÁCTÝ et al., 2013).

**Tabulka 9.** Normativní hodnoty sušiny, vlákniny a dusíkatých látek a srážky v bodech při nedodržení kvality siláže.

Parametr	Sušina g/kg max. 20 bodů				Vláknina g/kg max. 30 bodů ***			Dusíkaté látky g/kg max. 20 bodů**	
	Sušina min.	Srážka pod*	Sušina max.	Srážka pod*	Vlák. <sup>1</sup> max.	Vlák. <sup>2</sup> max.	Srážka nad*	NL min.	Srážka pod.
Kukuřičná	300	-0,2	350	-0,3	210	200	-0,5	90	0,0
LKS kukuřice	470	-0,1	580	-0,3	110	103	-0,5	80	0,0
Vlhké zrno obilí a kukuřice +CCM	550	-0,3	690	-0,3	80	76	-0,5	90	0,0

(TŘINÁCTÝ et al., 2013).

\*) Srážka v bodech je vždy za překročení parametru o 1g/kg (pod nebo nad limitní mez).

\*\*\*) V laboratorních testech je do dusíkatých látek zahrnut i dusík z amoniaku, protože při předsušení siláže dochází k úniku většiny amoniaku. Dle daných vzorců je tedy nutné ho přičíst k dusíkatým látkám.

\*\*\*\*) Laboratoř vybere sloupec podle metody, kterou používá

Vlák. 1 – metoda Henneberga a Stohmanna

Vlák. 2 – metoda Scharrera a Kurschnera

U fermentačního procesu se hodnotí smyslové posouzení siláží, které se provádí ihned při odběru vzorků ze žlabu. Z tohoto důvodu je nutné, aby vzorky odebírala proškolená a zkušená osoba. Za smyslové hodnocení je možné získat až 12 bodů. Pokud siláž dostane 6 bodů a méně, je penalizována -5 body, při hodnocení 4 a méně se odečítá -10 bodů, pokud obdrží siláž 2 a méně bodů, činí penalizace -20 bodů a automaticky se zařazuje do V. třídy fermentace (TRINÁCTÝ et al., 2013).

**Tabulka 10.** Bodové hodnocení smyslových ukazatelů kvality fermentace.

<u>Pach</u>	
Po původní hmotě, aromatický, nakyslý po ovoci	6 bodů
Slabě po kyselině máselné, silně kyselý, štiplavý, silně karamelový	3 body
Fekální, hnílobný, zatuchlý, po plísních, silně po kyselině máselné	0 bodů
<u>Barva</u>	
Po původní hmotě, s nahnědlým odstínem	3 body
Silně změněná, silně hnědá při vyšším obsahu sušiny	1,5 bodu
Netypická v různých barevných odstínech až černá	0 bodů
<u>Struktura a konzistence</u>	
Struktura hmoty zachována bez cizích příměsí	3 body
Struktura hmoty narušená, konzistence mazlavá, slabé znečištění	1,5 bodu
Struktura rozrušená, silně znečištěná, plesnivá	0 bodů

(TRINÁCTÝ et al., 2013).

Proteolýza se u glycidových krmiv -jako je kukuřičná siláž- nehodnotí, a proto se do hodnocení fermentačního procesu započítává maximální hodnota 13 bodů. Dále se hodnotí obsah kyseliny máselné dle tabulky 11.

**Tabulka 11.** Hodnocení obsahu kyseliny máselné u glycidových siláží.

Kys. máselná v %	Body	Penalizace
0,000 – 0,025	5	0
0,026 – 0,050	0	-5
0,051 – 0,100	0	-10
Nad 0,101	0	-20

(TŘINÁCTÝ et al., 2013).

Pro zařazení do třídy fermentace se sečtou body z hodnocení smyslových ukazatelů, hodnocení proteolýzy a hodnocení obsahu kyseliny máselné. Následně se vyhodnotí dle tabulky 12.

**Tabulka 12.** Celkové hodnocení fermentačního procesu a zařazení do třídy.

Počet celkových bodů	Třída fermentace
26 – 30	I.
21 – 25	II.
16 – 20 nebo -5*	III.
11 – 15 nebo -10*	IV.
0 – 10 nebo -20*	V.

(TŘINÁCTÝ et al., 2013).

\*) součet penalizací z fermentačního procesu

Pro celkové hodnocení siláže se sečtou získané body ze všech hodnocení a přiřadí se třída a slovní hodnocení dle tabulky 13. Pokud siláž dostala penalizaci za obsah živin -10 nebo větší, sníží zařazení o jednu třídu.

**Tabulka 13.** Zařazení do celkové třídy podle počtu bodů.

Celkový počet bodů	Celková třída	Kvalita
90 – 100	I.	Výborná
75 – 89	II.	Zdařilá
55 – 74	III.	Méně zdařilá
0 – 54	IV.	Nezdařilá

(TŘINÁCTÝ et al., 2013).



### 2. 3. 8. Silážní přípravky

Aditiva (neboli silážní přísady) jsou využívána k zajištění a stabilizaci úspěšné konzervace a k minimalizování ztrát. Nařízením EU 1831/2003 se rozumí silážními prostředky přídavné látky podléhající schválení ve smyslu zákona o krmivech. Cukry a bezcukerné přísady, které jsou jednosložkovými krmivy, nejsou tímto dotčeny (ČERMÁK et al., 2008).

Žádný, ani ten nejlepší konzervační přípravek nemůže současně substituovat nebo eliminovat nedostatky v technologickém postupu, v požadavku na kvalitu a čistotu silážované kukuřice, stejně jako požadavek na dostatečné dusání a zakrytí.

Při ředění nebo rozmíchávání přípravků je nutné dbát na to, aby se vždy přidávala pouze kyselina do vody, nikdy opačně. Při použití konzervačních přípravků, které způsobují korozi, je nutné dbát, aby jejich činnostmi nevzniklo poškození strojů, zařízení ani staveb. Přípravky v tekuté formě jsou schopné lépe a rovnoměrněji rozptýlit účinnou látku po povrchu konzervované hmoty nežli ty ve formě sypké (LOUČKA & TYROLOVÁ, 1999). Finanční náklady na konzervační přípravky jsou poměrně vysoké a pohybují se od 15 Kč až do 120 Kč na tunu (MIKYSKA, 2007). Pro aplikaci konzervačních přípravků se dnes již ve většině podniků využívá aplikátor na řezačkách, který je samozřejmou součástí jejich výbavy.

V systémech ekologického zemědělství je zakázáno používat jiné silážovací prostředky než cukr a cukry uvolňující produkty a očkovací kultury bakterií mléčného kvašení, které ovšem nesmějí být geneticky modifikované. Pokud je to vzhledem ke klimatickým podmínkám nutné, je možné použít kyseliny mléčnou, propionovou, mravenčí a octovou (ČERMÁK et al., 2008).

Čermák a kolektiv (2008) rozdělují silážní přísady dle druhu účinku do těchto kategorií:

- cukry a cukry uvolňující přísady: poskytují zkvasitelný substrát (melasa, cukrovarnické řízky)
- chemické přísady k potlačení mikrobiální fermentace: zabraňují rozkladným procesům a mléčnému kvašení (močovina, silné kyseliny sírová, chlorovodíková, mravenčí)

- chemické přísady k regulaci procesu kvašení: látky mající selektivní mikrobiální účinek potlačují nepříznivé mikroby a tím podporují mléčné kvašení (kyseliny mravenčí, octová, propionová)
- očkovací kultury bakterií mléčného kvašení: urychlují tvorbu kyseliny mléčné, snižují ztráty, zvyšují stabilitu a krmnou hodnotu siláže (kmeny bakterií mléčného kvašení)

Silážní aditiva také lze dělit podle následujících stanovisek (TŘINÁCTÝ et al., 2013, LOUČKA & TYROLOVÁ, 2013):

- dle druhu: biologické, chemické a kombinované
- dle funkčnosti: stimulující, inhibující, dodávající živiny, absorbující vlhkost a měnící prostředí
- dle formy aplikace: tekuté a sypké.

Důležité je také brát ohled na to, za jakým účelem materiál sklízíme. Přípravky se rovněž rozdělují dle použití: pro krmné účely a pro bioplynové stanice.

#### 2. 3. 8. 1. Biologická silážní aditiva (inokulanty)

Biologická silážní aditiva bývají většinou vícesložková, skládají se z jednoho nebo i více kmenů bakterií mléčného kvašení, enzymů a dalších složek. Přípravky se kombinují tak, aby na sebe jednotlivé přípravky ve svých účincích navazovaly nebo se navzájem doplňovaly (LOUČKA & TYROLOVÁ, 1999). Jednotlivé kmeny bakterií rozkládají určité cukry, proto bývá zařazováno do přípravků více kmenů, aby se pokryl celý sortiment zdrojů v siláži. Pro posouzení bakteriální složky aditiva však nelze hodnotit pouze druh či kmen bakterií, ale také množství v jakém je zastoupen. Počet se uvádí v jednotkách CFU (colony forming unit) na g silážovaného materiálu. V dnešních přípravcích by mělo množství převyšovat  $10^6$  CFU/g. Spolu s bakteriemi se v inokulantech využívají enzymy, bílkoviny s katalytickými účinky. Stejně jako u bakterií jsou různé enzymy, které se od sebe odlišují v účincích, struktuře a substrátu, který vyžadují. V posledních letech se biologická aditiva doplňují i virulentními bakteriofágy. Jedná se o parazity bakterií (*Clostridia*) způsobující jejich rozklad (KUDRNA, 1998).

Hned během prvních minut po naskladnění začíná souboj o živiny mezi bakteriemi mléčného kvašení a nežádoucími mikroorganismy (enterobakterie, bakterie máselného kvašení, octové a hnilobné bakterie, kvasinky a plísně), které přeměňují energii na produkty nutričně nevyužitelné či dokonce škodlivé. Tyto nežádoucí mikroorganismy zprvu mají oproti bakteriím mléčného kvašení výhodu, jelikož snášejí vyšší hodnotu pH a přítomnost vzduchu. Čím dříve převládnu bakterie tvořící kyselinu mléčnou, tím dříve dojde k potlačení nechtěné mikroflóry. Proto je pro co nejvyšší kvalitu siláže vhodné vytvořit ideální podmínky pro růst bakterií mléčného kvašení, případně je do siláže dodat a naočkováním konzervovaného materiálu podpořit jejich rozvoj. Při pokusech, kde byl na kukuřici aplikován inokulant s kmeny *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei* a *Pedococcus pentosaceus* v dávce 100 000 CFU/g silážované hmoty, se mikrobiálním rozbohem zjistilo, že u inokulované siláže byla koncentrace mléčných zárodků přes 1 000 000 CFU/g a mléčné bakterie převýšily svým počtem nežádoucí mikroorganismy již během prvního dne. U siláže bez použití inokulantů, kde se mléčné bakterie tvořily pouze z epifytní mikroflóry, se obsah jejich kolonií na g materiálu pohyboval okolo 120 000 CFU a převahu nabyly až po pěti dnech (DOLEŽAL et al., 2012).

Výhody používání inokulantů jsou především v jejich ceně, jednoduchosti aplikování a výborné logistice. Vedle toho jsou navíc i ekologické, lze je různě kombinovat a jsou účinné převážně na hranici optima. Přesto mají i několik nevýhod, jako například nízkou účinnost při nízké sušině (pod 25 %) a nízkém obsahu cukrů. Existuje také riziko, že mezi bakteriemi mohou vznikat konkurenční boje (především mezi epifytními a dodanými), a tudíž je nutné dbát na vhodný výběr kmenů bakterií v přípravku. Životnost bakterií je omezena, zvláště po otevření či přípravě roztoku, kdy se snižuje jejich stabilita (TŘINÁCTÝ et al., 2013).

Jako silážní inokulanty se používají především bakterie mléčného kvašení. Původně byly tyto organizmy selektovány z epifytní mikroflóry, později také z jiných zdrojů. Použité kmeny musí splňovat řadu požadavků (BROŽ, 2016).

Základní požadavky na inokulanty jsou (TŘINÁCTÝ et al., 2013):

- schopnost produkovat kyselinu mléčnou s nízkými ztrátami
- dostatečný obsah živých, kolonie tvořících kultur

- tolerance k vyšší sušině, vyššímu pH a vyšším teplotám
- kvalita použitých kultur bakterií mléčného kvašení
- návaznost komponentů v účincích
- výtěžnost kmenů při výrobě
- stabilita při skladování
- jednoduchost a bezpečnost při dávkování, manipulaci, skladování a logistice
- nízká cena

Výhoda kontroly růstu *Lactobacillus buchneri* v siláži, získané přidáním homofermentativních bakterií mléčného kvašení, je ve zvýšení bezpečnosti fermentace. Jelikož tvorba kyseliny octové nepřekročí optimální množství, ale je jí dostatek k potlačení nežádoucích mikroorganismů. Také degradace kyseliny mléčné není tak silná jako při pouhém očkování kmenem *Lactobacillus buchneri* (MAYRHUBER et al., 2001).

Aerobní stabilita siláže se zvyšuje s délkou skladování v dobrých anaerobních podmínkách. Je doporučováno neotevírat silážní prostory dříve než dva až tři měsíce po naplnění sila. Čím déle je siláž uzavřena, tím déle a lépe působí silážní aditiva, zejména pak heterofermentativní bakterie mléčného kvašení, které potřebují delší dobu k přeměně kyseliny mléčné na kyselinu octovou. Chemická aditiva se prokázala být více efektivní oproti biologickým v méně vhodných podmínkách (PFLAUM, 2003).

Následující tabulka zobrazuje jednotlivé druhy bakterií mléčného kvašení používané v ČR a jejich charakteristické vlastnosti.

**Tabulka 14.** Bakterie mléčného kvašení používané v ČR.

Použitý kmen	Homofermentativní	Heterofermentativní	Konfigurace	Hlavní aktivita při pH
<i>L. plantarum</i>	+	-	DL	Pod 5
<i>L. casei</i>	+	-	L (+)	Pod 5
<i>L. paraceti</i>	+	-		
<i>L. salivarius</i>				
<i>E. faecium</i>	+	-	L (+)	Nad 6,5
<i>Lactococcus lactis</i>	+	-	L (+)	Nad 6,5
<i>P. pentosaceus</i>	+	-	DL	Nad 6,5
<i>P. acidilactici</i>	+	-	DL	Nad 6,5
<i>L. buchneri</i>	-	+	DL	
<i>L. brevis</i>	-	+	DL	
<i>L. delbrückii</i>		+	DL	
<i>Propionibacterium freundreichii</i>	-	+	DL	
<i>Propionibacterium acidipropionici</i>	-	+	DL	

(DOLEŽAL et al., 2012).

Pro enzymy zařazené do přípravků jsou stanovena kritéria (LÁD, 2006):

- schopnost hydrolyzovat redukující sacharidy v rozmezí pH 6,0 – 4,3
- ukončit svojí aktivitu při pH 4,3 – 4,1
- dobrá účinnost v anaerobních podmínkách a při teplotách až 50 °C
- nesmějí mít proteolytickou aktivitu

## 2. 3. 8. 2. Chemické konzervační přípravky

Chemická aditiva se používají za účelem zlepšení fermentačního procesu snížením pH hodnoty, inhibicí nežádoucích mikroorganismů. Mají za úkol zamezit hlubšímu rozkladu proteinů, zvýšit aerobní stabilitu siláže, zlepšit příjem sušiny siláže a zvýšit stravitelnost živin (DOLEŽAL et al., 2012). Používají se u hůře silážovatelných píceň, ale za špatných podmínek, kdy nelze zajistit vhodné podmínky, se používají i při silážování kukuřice.

Chemické konzervanty fungují na několika principech (TŘINÁCTÝ et al., 2013, LOUČKA & TYROLOVÁ, 2013):

- snížení kyselosti silážovaného materiálu vně bakteriální buňky
- snížení kyselosti uvnitř bakteriální buňky (nejrozšířenější)
- potlačení nežádoucích bakterií s využitím jejich schopnosti reagovat na přítomnost dusitanů a dusičnanů v píci
- omezení degradace hotové siláže působením nežádoucích aerobních bakterií, kvasinek a plísní

V současné době je možné použít následující chemické konzervační látky (DOLEŽAL et al., 2012):

- organické kyseliny, preparáty obsahující různé organické kyseliny (případně jejich soli) v různém poměru
- směsné konzervační prostředky i s obsahem solí aromatických kyselin (benzonan sodný, sorban draselný)
- louh sodný pro konzervaci vlhkého obilí
- biochemické preparáty (prostředky obsahující mikrobiální a chemickou složku – antifungální)
- amoniak
- močovina

K výhodám použití chemických přípravků patří lepší stabilita přípravků, jejich fyziologická neškodnost, spolehlivost a rychlost působení, navíc jsou efektivní i v extrémních podmínkách. Nevýhodná je jejich vyšší cena, nutnost dbát na větší bezpečnost práce a skutečnost, že jsou korozivní (TRÍNÁCTÝ et al., 2013; LOUČKA & TYROLOVÁ, 2013).

Velikost aplikované dávky není ovlivněna jen sušinou a druhem silážovaného materiálu, ale je nutné ji zvyšovat přímo úměrně k obsahu dusíkatých látek. Přípravky založené na kyselině mravenčí a propionové by měly být použity v dávkách alespoň 3 litry na tunu silážované hmoty, aby došlo k dostatečnému snížení pH hmoty. Při nedostatečném dávkování hrozí nedostatečná účinnost přípravků, která může vést až ke zvrhnutí siláže. Při vysokém dávkování pak dochází k neekonomičnosti výroby a hrozí horší příjem krmiva zvířaty (LOUČKA & TYROLOVÁ, 1999).

Močovina, jako typický zástupce nebílkovinných dusíkatých sloučenin, bývá využívána k doplnění dusíku do kukuřičné siláže. Reaguje chemicky neutrálně a až její produkty, oxid uhličitý a amoniak, mají konzervační účinky. Hydrolyza močoviny probíhá ureázou při hodnotě pH vyšší než 4,5. Proto je běžné zvýšení pH během prvních dní fermentace až na hodnotu 7,5, avšak zpravidla 3. den začne prudce klesat dolů k požadovaným hodnotám. Rychlé vytvoření anaerobního prostředí má pozitivní vliv na kvalitu fermentace, ovšem v prvních dnech mohou nastat vyšší ztráty prodýcháním (DOLEŽAL et al., 2012).

### 2. 3. 8. 3. Kombinované silážní přípravky

Kombinované přípravky obsahují bakterie a soli kyselin, nejčastěji benzoové nebo sorbové, případně i enzymy. Význam v použití kombinovaných přípravků je v jejich účinnosti jak na průběh fermentace, tak na silážní stabilitu. Nevýhodou je krátká životnost již připravených přípravků, proto se nedoporučuje je připravovat do zásoby (TRÍNÁCTÝ et al., 2013).

Pro vhodné zvolení silážního přípravku existuje mnoho faktorů, dle LOUČKY (2009) je lze shrnout v těchto krocích:

První krok – podle konzervovaného materiálu:

- jaký materiál má být konzervován
- kdy má přípravek aplikován a v jaké fázi fermentace má působit
- zaměření přípravku – fermentace, aerobní stabilita

Druhý krok – složení a vlastnosti přípravku:

- kolik a jaké komponenty přípravek obsahuje
- účinnost přípravku a její podmínky
- způsob aplikace přípravku a zacházení s ním

Třetí krok – přídatné faktory:

- způsob distribuce přípravku
- cena přípravku, ekonomičnost použití
- legislativa

### 2. 3. 9. Další metody sklizně

Kukuřice se nemusí sklízet pouze jako celá rostlina, lze využít i tzv. dělenou sklizeň, jejímiž produkty jsou:

- LKS (Lieschen Kolben Schrot) – nahrubo šrotované olistěné palice včetně vřeten.
- CCM (Corn Cob Mix) – šrotovaná směs palic s vřeteny bez listů.
- HMGC (High Moisture Grain Corn) – zrno zpracovávané v suché nebo vlhké formě.

Jednotlivé produkty a jejich složení jsou uvedeny v tabulce 15.



**Tabulka 15.** Výživářské porovnání způsobů sklizně kukuřice.

Technologie sklizně	Nutriční charakteristiky
Tradiční sklizeň (strniště 20 – 30 cm)	Výnos 30 – 60 t, sušina 30 – 32 %, KE 5,5 – 6,4 MJ NEL, 1 kg sušiny obsahuje 300 g škrobu, do 240 g vlákniny, degradovatelnost škrobu 80 – 95 %.
Sklizeň při vyšším strništi (40 – 50 cm)	Výnos 30 – 45 t, sušina 34 – 36 %, KE 5,9 – 6,6 MJ NEL, 1kg sušiny obsahuje 500g škrobu, 80 – 120 g vlákniny, 2,2g lysinu, degradovatelnost škrobu je 65 - 90%
LKS	Výnos 12 – 17 t, sušina 50 – 60 %, KE 7,2 – 7,7 MJ, NEL, 1kg sušiny obsahuje 500g škrobu, 80 – 120 g vlákniny, 2,2g lysinu, degradovatelnost škrobu je 65 - 90%
CCM	Výnos 9 – 15 t, sušina 60 – 70 %, KE 7,5 – 8,4 MJ NEL, 1kg sušiny obsahuje 630g škrobu, 60 – 70g vlákniny, 2,6g lysinu, degradovatelnost škrobu je 60 - 85%
HMGC (vlhké zrno)	Výnos 8 – 12 t, sušina 60 – 70 %, KE 8 – 9,2 MJ NEL, 1kg sušiny obsahuje 650g škrobu, 28 – 35g vlákniny, degradovatelnost škrobu je 55 - 88%

(DOLEŽAL et al., 2012).

Tyto typy sklizně se provádějí v pozdějších obdobích vegetace rostliny, kdy je většina živin uložena v palicích. Získáváme tak sacharidová krmiva s vysokým obsahem energie. Obsah vlákniny je u nich nízký, obsah dusíkatých látek je pod 8 % a mají nízkou bachorovou degradovatelnost škrobu. Díky tomu se větší podíl škrobu dostává až do tenkého střeva, což je příznivější a efektivnější pro vlastní metabolismus škrobů. Využití těchto siláží je doporučeno při intenzivním výkrmu skotu, pro dojnice s vyšší užitkovostí hlavně v první fázi laktace a při výkrmu prasat ve stájích se systémem mokrého krmení.

K výhodám těchto systémů sklizně patří časnější sklizeň než při výmlatu zrna, silážování jako levnější způsob konzervace zrna, možnost výroby těchto siláží i ve vyšších nadmořských polohách, příznivější krmivářské hodnoty oproti siláži z celých rostlin, vysoká koncentrace energie a nízké ztráty sušiny při fermentaci (max. 5 – 6 %). Rizika jsou v aerobní nestabilitě především v teplejších částech roku, zvýšeném napadání plísněmi na poli a při vyšších dávkách při krmení může docházet k acidózám vlivem vysokého obsahu energie (DOLEŽAL et al., 2012; TŘINÁCTÝ et al., 2013).

### 3. Opatření pro silážování

I přes dlouholeté zkušenosti se silážováním kukuřice se lze v mnoha podnicích setkat s chybami, které negativně ovlivňují nejen výslednou kvalitu krmiva. Proto zde uvádím základní opatření, která by měla zlepšit kvalitu silážování kukuřice v našich podmínkách.

- Zvolit ideální termín sklizně, dle použitého hybridu, ve voskově mléčné zralosti při obsahu sušiny celé rostliny 29 – 33 %, zohlednit také klimatické podmínky.
- Určit ideální délku řezanky, dle obsahu sušiny materiálu a zamýšleného použití siláže, či použití corn-crackeru.
- Zvolit vhodnou silážní techniku a mechanizaci, sladit jednotlivé části a postupy tak, aby na sebe navazovaly, vhodně zacházely s pící a nekontaminovaly ji nežádoucími látkami. Je rovněž vhodné mít k dispozici záložní stroje, které je možné použít v případě poruchy.
- Je vhodné silážovat tak, aby nedocházelo ke kontaminaci silážovaného materiálu zeminou, prachem, hnojem, popílkem, olejem nebo dalšími nežádoucími látkami. Silážní prostory je nutné naplnit v co nejkratší době, aby se snížilo množství ztrát.
- Pokud silážovaný materiál nemá dostatečné vlastnosti pro kvalitu fermentačního procesu, je nutné použít vhodné silážní přípravky a eliminovat

rizika ztrát při konzervaci. Přípravky je nutné aplikovat rovnoměrně a v odpovídající dávce, dle pokynů výrobce.

- Z kukuřice je nutné vytěsnit vzduch vhodným způsobem a ihned po naskladnění hermeticky uzavřít. V případě potřeby k tomu je nutno použít i několik vrstev fólie. Nutné je zatížit fólie tak, aby se zabránilo jejich poškození. Pro ochranu před škodami způsobených ptáky či kočkami se silážní plachty nebo vaky přetahují krycími sítěmi.
- Hrozí-li odtok silážních šťáv, je nutné zabezpečit jejich sběr, aby se zabránilo ohrožení životního prostředí. Použité plachty a fólie je nutné sbírat a poté zajistit jejich recyklaci.
- Během skladování siláže je nutné pravidelně kontrolovat její stav, prověřovat utěsnění a veškerá poškození ihned eliminovat.

Pro veškerá opatření platí, že je nelze aplikovat slepě. Ke každému silážování je nutno přistupovat individuálně a provádět vždy právě takové kroky, které povedou k nejekonomičtějšímu výsledku celého hospodaření. Průběžně je nutné upravovat jednotlivé postupy v závislosti na aktuálních okolnostech.

#### 4. Závěr

Z dostupných literárních, internetových a studijních textů byla vypracována rešerše zabývající se problematikou konzervace kukuřice silážováním. Dále byla navržena jednotlivá opatření, která vedou ke zlepšení postupů a technologií pro vytvoření kvalitní siláže, vyhovující jak ekonomickým, tak i ekologickým podmínkám výroby.

Kukuřičná siláž je páteří krmivové základny ve výživě skotu i hlavním zdrojem hmoty pro výrobu energie v bioplynových stanicích. V moderních podnicích je proto kukuřice setá (*Zea mays*) jednou z hlavních plodin zařazovaných do osevních postupů. Velká část ekonomického výsledku podniku je založena na kvalitě vyrobených objemných krmiv. To znamená, že během relativně krátké doby, sklizně a naskladnění krmiva pro skladování, se rozhoduje o ekonomice výroby podniku po celý rok. Úkolem managementu je tudíž řídit tento proces, tak aby vzniklo co nejvíce kvalitního krmiva s co nejnižšími náklady. To vše pak navzdory působení klimatických, ekonomických, politických, technologických či jiných vlivů.

## 5. Literární zdroje:

ASHBELL, A., KIPNIS, T., TITTERTON, M., HEN, Y., AZRIELI, A., WEINBERG, Z.G.: *Examination of a technology for silage making in plastic bags*. Journal of Dairy Science, 2015.

BROŽ, P.: *Konzervace kukuřice silážováním*. Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice, 2016, pp. 11 - 39.

ČERMÁK, B. et al.: *Krmiva konvenční a ekologická: Feedstuffs conventional and ecological : vědecká monografie*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, České Budějovice, 2008, pp. 31 – 41. ISBN 978-80-7394-141-3.

ČERMÁK, B.: *Výživa a krmení vykrmovaného skotu*. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, Praha, 1999, pp. 25 – 32. ISBN 80-710-5179-9.

ČERMÁK, B. et al.: *Základy výživy a krmení hospodářských zvířat*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, České Budějovice, 2006, pp. 67 – 68, 82. ISBN 80-7040-873-1

DIVOKÝ, L. et al.: *Výživa a zdraví zvířat jako základní předpoklady realizace genetického potenciálu skotu*. 1. Hradec králové: Chov servis, 2000, pp. 15.

DOLEŽAL, P. et al.: *Sklizeň kukuřice a zásady konzervace*. *Zemědělec*. 2008(8), pp. 3 - 7.

DOLEŽAL, P. et al.: *Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat*. Olomouc: Petr Baštan, 2012, pp. 5 – 298. ISBN 978-80-87091-33-3.

DOWSWELL, C. R., R. L. PALIWAL a R. P. CANTRELL.: *Maize in the Third World*. Boulder, Colo.: Westview Press, 2012, pp. 3, 27. ISBN 08-133-8963-1.

HOVORKA, J.: *Pěstování a využití kukuřice v ČR*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice, 2014, pp. 14.

KALÁČ, Pavel a Václav MÍKA.: *Přirozené škodlivé látky v rostlinných krmivech*. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 1997, pp. 289. ISBN 80-851-2096-8.

KODEŠ, A.: *Hospodaření s krmivem, jejich úprava, využití a konzervace*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 1987, pp. 73.

- KOLÁŘOVÁ, P.: *Optimum ve využitelnosti živin: Kde hledat optimum ve využitelnosti živin z kukuřičných siláží*. Kukuřičné listy, Praha 2014(4), pp. 1 - 5.
- KUDRNA, Václav et al.: *PRODUKCE KRMIV a VÝŽIVA SKOTU*. Agrospoj, Praha, 1998, pp. 71 – 87. ISBN 224090109.
- LÁD, František.: *Vliv vybraných ukazatelů na kvalitu silážovaných krmiv: vědecká monografie = The influence of choice parameters for quality of ensilage feeds : scientific monograph*. Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta České Budějovice, České Budějovice, 2006, pp. 9 - 15 ISBN 80-704-0885-5.
- LOUČKA, Radko a Yvona TYROLOVÁ.: *Správná praxe při silážování kukuřice: certifikovaná metodika*. Výzkumný ústav živočišné výroby, Praha, 2013, pp. 12 - 32. ISBN 978-80-7403-119-9.
- LOUČKA, Radko, Yvona TYROLOVÁ a Eliška MACHAČOVÁ: *Přehled přípravků ke konzervaci objemných i jadrných krmiv*. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Studijní informace, Praha, 1999, pp. 3. ISBN 80-727-1027-3.
- PFLAUM, J.: *Forage Conservation*. Nitra: PDF Print s.r.o., Poprad, 2003, pp. 106 – 108. ISBN 80-88872-31-6.
- POZDÍŠEK, J.: *Metodická příručka pro chovatele k výrobě konzervovaných krmiv (siláží) z víceletých pícnin a trvalých travních porostů: metodika*. Výzkumný ústav pro chov skotu, Rapotín, 2008, pp. 32 - 45. ISBN 978-80-87144-06-0.
- ROTH, G. W. a A. J. HEINRICHS.: *Corn Silage Production and Management*. 1. The Pennsylvania State University: Ag Communications and Marketing, Pennsylvania, 2001, pp. 3-7.
- RUSTER, B., J. KLEINMANS, E. MAYHUBER a M. HOLZEN.: *Forage Conservation*. MZLU Brno, Brno, 2001, pp. 78 – 83. ISBN 80-7157-528-3.
- STEINHÖFEL, O. a U. WEBER.: *Silážování do vaků je výhodnější, než stavba nového silážního žlabu*. Technologie senážování. 2008(3), pp. 4-5.
- TŘINÁCTÝ, Jiří et al.: *Hodnocení krmiv pro dojnice*. Pohořelice: AgroDigest, 2013, pp. 12 – 290. ISBN 978-80-260-2514-6.

WAGNER, A. a U. WEBER.: *Jisté skladování energetických plodin: Biomasa ve vaku AG-Bag*. Technologie silážování. 2008(3), pp. 12-15.

WILKINSON, J. M.: *Silage*. Ruddocks Print, Lincoln, 2005, pp. 1 – 202. ISBN 0948617500.

WOOD.: *Microbiology of fermented foods*. Blackie Academic, London, 1998, pp. 15. ISBN 978-075-1402-162.

ZEMAN, Ladislav et al.: *Výživa a krmění hospodářských zvířat*. Profi Press, Praha, 2006, pp. 5 – 37. ISBN 80-867-2617-7.

## 6. Internetové zdroje

ASHLEY, R. O., 2001. *Corn Maturity and Ensiling Corn* [online]. 1. Dickinson [cit. 2017-03-17]. Dostupné z:

<https://www.ag.ndsu.edu/archive/dickinso/agronomy/cornmaturity.htm>

Crop Storage Institute, *Crop Storage Institute* [online]. [cit. 2017-03-04]. Dostupné z: <http://cropstorage.com/>

LOUČKA, R.: *Kritéria volby silážního přípravku*. *Zemědělec* [online]. **2009** [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <http://zemedelec.cz/kriteria-volby-silazniho-pripravku/>

LOUČKA, R.: *Legislativa v oblasti výroby siláží*. *Zemědělec* [online]. **2010**(3) [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: <http://zemedelec.cz/legislativa-v-oblasti-vyroby-silazi/>

LOUČKA, R.: *Věžová sila, žlaby, vaky nebo balíky?* *Zemědělec* [online]. **2011**(4) [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: <http://zemedelec.cz/vezova-sila-zlaby-vaky-nebo-baliky-2/>

MIKYSKA, František.: *Správná konzervace objemných krmiv*. *Zemědělec* [online]. **2007**(8) [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <http://zemedelec.cz/spravna-konzervace-objemnych-krmiv-2/>

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1831/2003. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/HTML/?uri=CELEX:32003R1831&from=CS>

OUDE ELFERINK, Stefanie J. W. H., Frank DRIEHUIS, Jan C. GOTTSCHAL a Sierk F. SPOELSTRA.: *Silage fermentation processes and their manipulation* [online]. Lelystad [cit. 2017-03-19], 1999. Dostupné z: <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPC/gp/SILAGE/PDF/Paper2.pdf>

*Silage fermentation processes and their manipulation* [online], In: . s. 1-28 [cit. 2017-03-19]

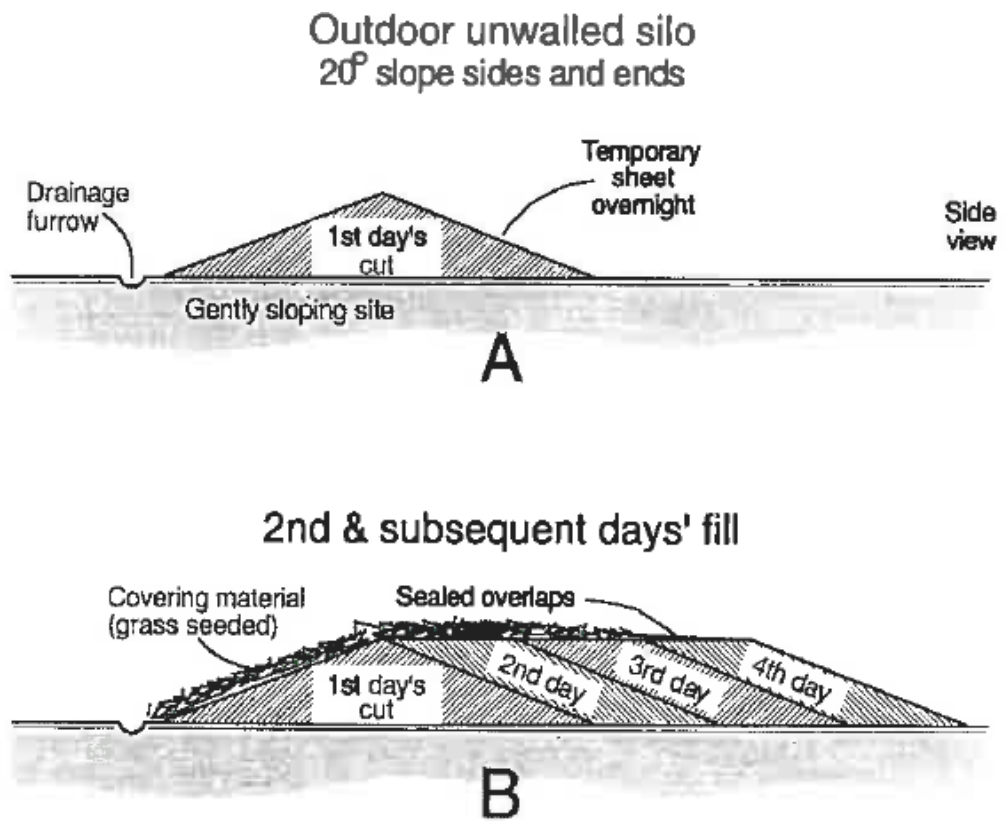


## 7. Seznam tabulek

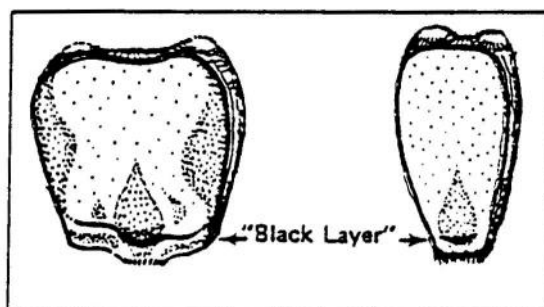
<b><u>Tabulka 1.</u></b> Typické složení čerstvého a silážovaného materiálu silážní kukuřice.	18
<b><u>Tabulka 2.</u></b> Kapacita silážních vaků.	23
<b><u>Tabulka 3.</u></b> Náklady na každou tunu siláže (bez nákladů za ztráty).	25
<b><u>Tabulka 4.</u></b> Vliv vegetačního stadia sklizně kukuřice na chemické složení a výživnou hodnotu siláže v 1 kg sušiny.	26
<b><u>Tabulka 5.</u></b> Údaje o silážovatelnosti různých krmných plodin.	31
<b><u>Tabulka 6.</u></b> Hodnoty počtu mikroorganismů jednotlivých plodin.	33
<b><u>Tabulka 7.</u></b> Koncentrace základních živin v kukuřici a podíly jednotlivých částí rostlin ze sušiny.	34
<b><u>Tabulka 8.</u></b> Subjektivní posouzení siláže.	36
<b><u>Tabulka 9.</u></b> Normativní hodnoty sušiny, vlákniny a dusíkatých látek a srážky v bodech při nedodržení kvality siláže.	38
<b><u>Tabulka 10.</u></b> Bodové hodnocení smyslových ukazatelů kvality fermentace.	39
<b><u>Tabulka 11.</u></b> Hodnocení obsahu kyseliny máselné u glycidových siláží.	40
<b><u>Tabulka 12.</u></b> Celkové hodnocení fermentačního procesu a zařazení do třídy.	40
<b><u>Tabulka 13.</u></b> Zařazení do celkové třídy podle počtu bodů.	40
<b><u>Tabulka 14.</u></b> Bakterie mléčného kvašení používané v ČR.	45
<b><u>Tabulka 15.</u></b> Výživářské porovnání způsobů sklizně kukuřice.	49

Přílohy

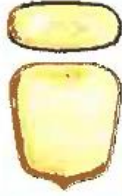
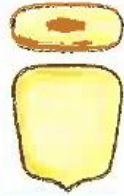
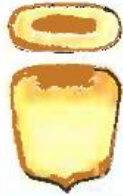

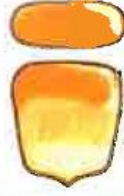


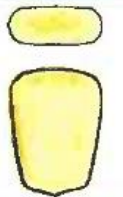
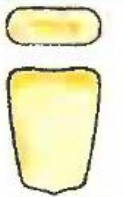
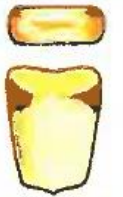




Obrázek 1. Klínové plnění silážních žlabů, převzato: WILKINSON, 2005



Obrázek 2, Černá skvrna, převzato: ASHLEY, 2001



Obrázek 3, Pozorování stupně naplnění zrna, převzato: Arvalis – Institut du végétal – cit. TRINÁCTÝ et al., 2013

Počátek pozorování		Fáze orientační			Stadla sklizně	
<b>Zrna rohovito-zubovitá</b>						
						
20 % sušiny	25-26 % sušiny	26-27 % sušiny	29 % sušiny	32-33 % sušiny	35 % sušiny	38 % sušiny
Začátek naplňování. Kvetení + 250 až 300 stupňů sumy teplot. Zrno ještě kulaté.	První sklovitá čočka na vrcholu některých zm.	Možná předpověď data sklizně. Sklovitá čočka dobře viditelná na vrcholu většiny zm.	Možný začátek sklizně 1/4 zóny sklovitá, některé listeny uschlé.	Optimální doba sklizně. Kvetení + 600 až 650 stupňů sumy teplot. Škrob rozdělený na 3 stejně velké zóny, všechny listeny uschlé. Ideální: maximálně 2 zelené listeny na klasu.	Konec optimálního stadia silážování. Zrno z 50 % sklovité, mléčné na konci.	Poslední stadium sklizně. Zrno z 2/3 sklovité, téměř žádné mléčné.
5 a více zelených listů na klasu.						
<b>Zrna typu dent (zubovitá)</b>						
						
Zrno vypouklé.	Počátek tvorby deprese na vrcholu zrna.	Sklovitý prstenec. Zrno vpadlé.	Vrchol sklovitý.	3 stejně velké zóny.	Zrno z 50 % sklovité.	Zrno z 2/3 sklovité.
	srpen		září		říjen	