

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

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Konzervace kukuřice silážováním**

Petr Brož

**2016**

**Školitel:**

**doc. Ing. František Lád, CSc.**

Rád bych poděkoval panu doc. Ing. Františku Ládovi, Csc. za ochotu a čas při vedení mé bakalařské práce. Dále patří mé poděkování rodině, přátelům a kolegům, kteří mě podporovali v průběhu psaní samotné práce, ale i po celou dobu studia.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně na základě vlastních zjištění a za pomoci uvedené literatury.

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 elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly 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.

.....  
Petr Brož

V Milešově dne 10. 4. 2016

## OBSAH

1. ÚVOD .....	8
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED .....	9
2.1 Charakteristika, princip a význam silážování .....	9
2.1.1 Definice siláže .....	9
2.1.2 Význam konzervace krmiv .....	9
2.1.3 Přehled plodin vhodných k silážování .....	10
2.1.4 Historie a rozvoj silážování .....	13
2.2 Kukuřice .....	14
2.2.1 Botanické zařazení a charakteristika .....	15
2.2.2 Využití kukuřice .....	21
2.2.3 Využití kukuřice ve výživě hospodářských zvířat .....	21
2.2.4 Pěstování kukuřice, agrotechnické zásady .....	24
2.2.5 Výběr hybridů .....	27
2.3 Technologie silážování .....	31
2.3.1 Hlavní zásady při sklizni a naskladňování .....	33
2.3.2 Požadavky na silážní linku .....	37
2.3.3 Biochemické procesy při silážování .....	43
2.3.4 Aditiva .....	46
2.3.5 Hlavní zásady pro vyskladňování .....	49
2.3.6 Hodnocení a zkrmování kukuřičné siláže .....	50
3. ZÁVĚR .....	53
4. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	54
5. INTERNETOVÉ ZDROJE .....	59
6. SEZNAM OBRÁZKŮ .....	60
7. SEZNAM TABULEK .....	61
8. SEZNAM SCHÉMÁT .....	62

## **ABSTRAKT**

Moderní živočišná výroba je v mnoha směrech progresivní obor, který se vyznačuje tím, že se v něm prolíná několik zdánlivě nesouvisejících odvětví. Jedním z nejdůležitějších je výživa a krmení hospodářských zvířat. S rozvojem pěstování kukuřice seté (*Zea mays*), a s potřebou její konzervace, bylo nutné vytvořit metodiku správného silážování. Ta pro praxi stanoví správné zásady pro výrobu kvalitních, nutričně hodnotných a zdravotně nezávadných siláží. Patří do ní již výběr optimálního hybridu, vhodná agrotechnická opatření při pěstování, sestavení funkční a efektivní silážní linky, výběr a aplikace aditiva, správné vrstvení a dusání hmoty a zodpovědné zacházení s hotovým krmivem, včetně sestavení krmné dávky.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Kukuřice, siláž, konzervace, aditiva.

## **SUMMARY**

Modern livestock production is in many ways a progressive discipline, which is characterized in that it blends several seemingly unrelated industries. One of the most important nutrition and feed livestock. With the development of the cultivation of maize (*Zea mays*), and the need for its preservation, it was necessary to develop a methodology proper ensiling. This practice establishes the correct principles for the production of high-quality, nutritional value and harmless silage. It already belongs to the selection of the optimal hybrid, suitable agronomic measures during cultivation, build a functional and efficient silage lines, selection and application of additives, proper layering and ramming masses and responsible handling of ready-made food, including a ration.

## **KEY WORDS**

Corn silage, preservation, additives.

# 1. ÚVOD

Moderní živočišná výroba je v mnoha směrech progresivní obor, který se vyznačuje tím, že se v něm prolíná několik zdánlivě nesouvisejících odvětví. Jedním z nejdůležitějších je výživa a krmení hospodářských zvířat. Nejen sestavování a bilancování krmných dávek, ale též zajištění krmné základny je nutně se opakující, každoroční, náročná náplň práce managementu každého zemědělského podniku. 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.

Pro krmení hospodářských zvířat v době vegetačního klidu se již v minulosti vyvinuly dva základní způsoby konzervace píce. Prvním způsobem je sušení píce. Poměrně nenáročná metoda tehdejších zemědělců, disponujících pouze primitivním ručním náradím, byla závislá na příznivém počasí. Druhý, již složitější konzervační proces bylo silážování, prokazatelně využívané již ve starověkých kulturách. Jedná se o fermentační proces v silážované hmotě bez přístupu vzduchu. V zásadě můžeme takto zakonzervovaná krmiva, která nazýváme siláže, rozdělit do tří skupin. Siláže celých rostlin, siláže zrna obilovin a siláže zbytků potravinářského průmyslu.

S rozvojem pěstování kukuřice seté (*Zea mays*), a s potřebou její konzervace, bylo nutné vytvořit metodiku správného silážování. Ta pro praxi stanoví správné zásady pro výrobu kvalitních, nutričně hodnotných a zdravotně nezávadných siláží. Patří do ní již výběr optimálního hybridu, vhodná agrotechnická opatření při pěstování, sestavení funkční a efektivní silážní linky, výběr a aplikace aditiva, správné vrstvení a dusání hmoty a zodpovědné zacházení s hotovým krmivem, včetně sestavení krmné dávky.

Cílem bakalářské práce bylo zpracování literární studie zabývající se silážováním kukuřice.

## 2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 2.1 CHARAKTERISTIKA, PRINCIP A VÝZNAM SILÁŽOVÁNÍ

#### 2.1.1 Definice siláže

Siláž je konzervované objemné krmivo vzniklé silážním procesem. Jedná se o zachování vlhkých píce za anaerobních podmínek, které vedou ke zvýšení obsahu živin. V důsledku toho se sníží pH a vlhká píče je zakonzervována. Tato technika je bezpečná a má snadné využití; neznečišťuje životní prostředí a produkty jsou považovány za přírodní (Filya a kol., 2000).

#### 2.1.2 Význam konzervace krmiv

Konzervovaná krmiva, tedy siláže, senáže a seno, představují základ krmných dávek všech kategorií skotu, zejména však vysokoprodukčních dojnic. Jejich opodstatnění je zřejmé i v současných, rozvíjejících se podmínkách hospodaření. Z hlediska nutričního, dietetického a též ekonomického je nezbytné zajistit vysokou kvalitu těchto krmiv. Kvalitativní znaky jsou vysoká nutriční hodnota, dobrá stravitelnost, dostatečná koncentrace energie a v neposlední řadě musí tato krmiva vyhovovat mikrobiálně hygienickým požadavkům (Zeman a kol., 2006).

Proč konzervujeme pícniny – shrnutí:

- ✓ abychom uchovali stabilní a výživné krmivo s minimálními ztrátami objemu a kvality, ke skladování pro použití v době, kdy není dostatek čerstvého krmiva,
- ✓ abychom maximálně ekonomicky využili krmivo, které sami pěstujeme, a dosáhli svých cílů v oblasti výkonnosti i zisku,
- ✓ abychom produkovali nutričně vyvážené krmné dávky a podporovali zdravý vývoj svých hospodářských zvířat ([www.volac.com/agros](http://www.volac.com/agros)).

Hlavní způsoby konzervace krmiv se od sebe navzájem liší principem konzervačního účinku, obsahem sušiny konzervovaného krmiva, strukturou, technologickými požadavky, ale také podmínkami skladování a energetickou náročností (Doležal a kol., 2012). Silážované pícniny jsou stále častěji využívány vzhledem k jejich potenciálně nižším nákladům a udržení nutričních vlastností (Walsh a kol., 2008).

Hlavní způsoby konzervace:

- ✓ dehydratace – sušení, spočívá v odstranění vegetační vody. Vegetační voda je živnou půdou pro mikroorganismy, pokud je odstraněna, nemohou mikroorganismy vyvíjet činnost, rozmnožovat se a je omezena i činnost jejich enzymů,
- ✓ rychlé vytvoření anaerobních podmínek za současného snížení hodnot pH. To se děje vlivem vytváření organických kyselin, které vznikají ve hmotě fermentací rostlinných sacharidů. Současně je zastavena respirace a omezena proteolýza bílkovin. Tento proces nazýváme silážování,
- ✓ při konzervaci je nutné znemožnit aktivitu biochemických a enzymatických systémů nejen u vlastní konzervované rostliny, ale i u epifytní mikroflóry, která výrazně ovlivňuje složení následné mikroflóry siláže (Doležal a kol., 2012).

Konzervace kukuřice silážováním se vyznačuje rychlým snížením hodnoty pH původní silážované hmoty na hodnotu  $\text{pH} < 4$  fermentací sacharidů na kyselinu mléčnou. Bakterie mléčného kvašení (LAB – *lactic acid bacteria*) patří mezi epifytní mikroflóru, které jsou ale zastoupeny na silážované hmotě v minoritním množství. Pro úspěšný průběh silážování kukuřice je rozhodující nejen dostatečné množství mléčných bakterií, ale také stanovení správného termínu sklizně a obsah sušiny (Třináctý a kol., 2013).

### 2.1.3 Přehled plodin vhodných k silážování

V evropských zemích jsou silážované píce velmi ceněny jako krmivo pro zvířata. Více než 90% z krmiv, jako jsou kukuřice, trávy, luštěniny a pšenice, jsou silážovány (Elfrink a kol., 2000). Silážovatelnost píce je schopnost hmoty vytvořit dostatečné množství kyseliny mléčné, která sníží v co nejkratší době pH na hodnotu 4, což je důležité pro zakonzervování siláže. Tato vlastnost je dána nejen chemickým složením, ale i mikrobiálním zastoupením ve hmotě. To je ovšem silně ovlivněno technologií vlastní sklizně. V minulosti byl v popředí zájem o chemickou skladbu. Na základě vyhodnocení minimálních obsahů sacharidů schopných kvašení, které jsou nezbytné pro tvorbu kyseliny mléčné, vytvořil Zubrilin teorii cukerného minima jako definici silážovatelnosti. Podle této teorie je vlastní silážovatelnost ovlivněna pufrační kapacitou. Pufrační kapacita je potom pufující účinek dusíkatých látek a alkalických minerálních prvků, který silážovatelnost ovlivňuje negativně (Doležal a kol., 2012). Silážovatelnost je poměr obsahu sacharidů k pufrové kapacitě, označovaný jako S/PK – kvocient (Weissbach a Kuhla, 1995). Při rozkladu sacharidů



dochází nejen k přeměně na kyselinu mléčnou, ale i na další látky jako je kyselina octová, alkohol a oxid uhličitý. Na základě této skutečnosti je nutné, aby hodnota S/PK – kvocientu byla vyšší než 1,0. Plodiny potom rozdělujeme na:

Snadno silážovatelné – S/PK kvocient vyšší než 4,0

Obtížně silážovatelné – S/PK kvocient 2,0 až 4,0

Těžce silážovatelné – S/PK kvocient 2,0 a méně (Doležal a kol., 2012).

Krmiva jsou fermentována komplexními mikroorganismy, převážně bakteriemi mléčného kvašení (LAB), které převádějí volné sacharidy na organické kyseliny s krátkým řetězcem (Klocke a kol., 2006). Mléčné bakterie využívají pro svou činnost a aktivitu i složitější polysacharidy strukturálního typu, například hemicelulózu. Její využitelnost je výrazně nižší. Z hlediska silážovatelnosti podle chemického složení je tedy nutno do celkového množství sacharidů zahrnout nejen vodorozpustné jednoduché sacharidy, ale i strukturální polysacharidy. Toto celkové množství sacharidů je děleno obsahem pufrujících látek (N-látky). Na základě vyhodnocení S/PK kvocientu můžeme jako snadno silážovatelnou plodinu uvést zejména kukuřici, obtížně silážovatelné budou trávy, obiloviny a luskoviny a těžce silážovatelné vojtěška a jetel (Doležal a kol., 2012). Kukuřice je jednou z hlavních silážovaných plodin v rozvojových zemích, avšak kukuřičná siláž (MS) obsahuje méně dusíkatých látek (CP) (<100 g / kg sušiny [DM]) ve srovnání s jinými vysoce kvalitními krmivy, jako je vojtěška a jetel (NRC, 2001).

Tab. 1: Chemická skladba plodin

Plodina	N-látky	Vodorozpustné cukry	Hemicelulóza	Škrob
Kukuřice mléčná zralost	8 až 9	2 až 5	17 až 20	25
Kukuřice mléčně vosková zralost	8	0 až 2	15 až 18	28 až 35
Vojtěška	21 až 24	2 až 3	8 až 11	0
Jetel	19 až 21	6 až 8	10 až 12	0
Trávy	12 až 18	8 až 14	10 až 20	0 až 8
Hrách	13 až 15	0 až 2	17 až 20	6 až 10
Bob	19 až 21	0 až 0,5	10 až 15	0 až 10
Kříženci čiroku a súdánské trávy	13 až 18	5 až 10	18 až 25	0 až 2

(Doležal a kol., 2012)

Skutečností je, že všechny plodiny sklizené napřímo, bez zavadání, jsou výrazně lépe silážovatelné. Při dvoufázové sklizni, když posečená plodina leží na pokose, zvyšuje se výrazně množství klostridií a enterobakterií, které negativně ovlivňují schopnost silážování. Kromě chemického složení je pro silážovatelnost důležitá i mikrobiální skladba.

Tab. 2: Orientační hodnoty počtu mikroorganismů

Druh krmiva	Mléčné bakterie	Enterobakterie	Klostridie	Kvasinky
Kukuřice	100000	Dle porostu	0	10000
Travní porosty	10	0	300	1100
Travní porost zavadlý	300	20000	650	500
Vojtěška	10	250	100	400
Vojtěška zavadlá	1000	4500	150000	50000
Cukrovarské řízky	0	0	0	0

(Doležal a kol., 2012)

Faktory, které ovlivňují množství nežádoucích klostridií a enterobakterií mohou být:

- ✓ výška strniště, kdy spodní část rostlin je kontaminována zeminou a zvyšuje se tak obsah klostridií
- ✓ slehnutí řádku, přejíždění řádků, neotočení, tím se vytváří částečně anaerobní prostředí, což vede k vyššímu obsahu klostridií
- ✓ klimatické podmínky, při dešti dochází též k pomnožení klostridií
- ✓ hnojení kejdou nebo jinými tekutými statkovými hnojivy a nedodržení agrotechnické lhůty pro sklizeň po aplikaci hnojiv.

Doležal a kol. (2012) uvádí tento přehled plodin vhodných k silážování, silážovatelné zbytky potravinářského průmyslu, speciální druhy siláže a siláže vybraných částí rostlin:

- ✓ silážní kukuřice – siláž celých rostlin
- ✓ produkty dělené sklizně kukuřice:
  - LKS – hrubě pošrotované olistěné palice včetně vřeten
  - CCM – pošrotovaná směs palic s vřeteny bez listenů
- ✓ vlhké zrno obilnin, luskovin a kukuřice - HMGC
- ✓ vlhké zrno louhem sodným (Sodagrain)
- ✓ vlhké zrno systémem alkalage
- ✓ obiloviny s podsevem jetelovin
- ✓ luskoviny s podsevem jetelovin

- ✓ směsky obilovin a luskovin
- ✓ vojtěška
- ✓ jetel červený
- ✓ jetelotrávy
- ✓ travní porosty
- ✓ pivovarské mláto
- ✓ cukrovarské řízky
- ✓ škrobárenské mláto
- ✓ v minulosti též brambory, cukrovkové skrojky, slunečnice, kukuřično-slunečnicové směsky a další (Doležal a kol., 2012).

Rozsáhlý přehled dalších siláží z různých plodin, včetně nutričních hodnot zpracoval Ladislav Zeman a kol. v publikaci Katalog krmiv z roku 1995.

#### **2.1.4 Historie a rozvoj silážování**

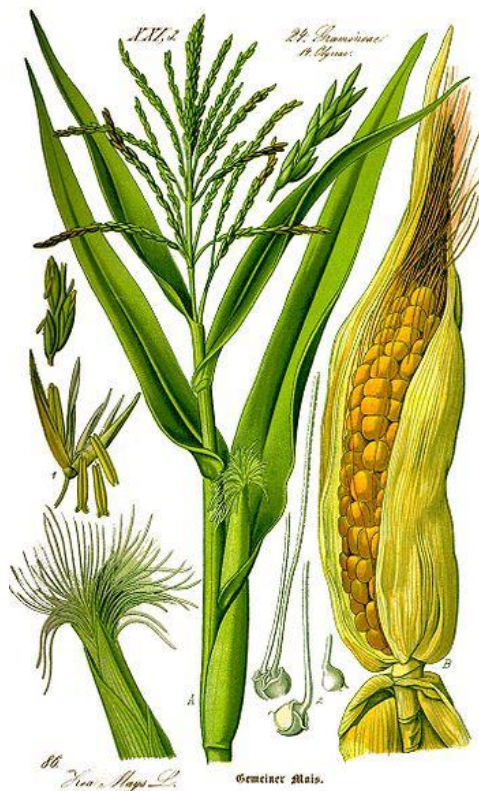
Konzervační proces silážování je znám již po několik tisíciletí. Počátky konzervace krmiv se datují až do dob starého zákona. Na freskách ze starověkého Egypta (cca 1500 let př.n.l.) je znázorněn celý postup sklizně krmné plodiny. Posečení, doprava prostřednictvím soumarů nebo lidské síly a následné ukládání do kamenného sila (Obr. 1). Během staletí byl technologický princip a mechanismus postupně objeven a poznáván. Cílený výzkum a vývoj této oblasti dospěl až k dnešnímu stavu, kdy na základě znalostí všech faktorů, principů a zákonitostí vstupujeme do procesu silážování a dokážeme ho usměrnit požadovaným směrem (Mitrík, 2007).

Příprava siláží je známa více než 3000 let, neboť již staří Egypťané a Řekové znali skladovat v silech obilí a krmiva z celých rostlin. Silážování znali již také Aztékové a ve staré Číně. Kirstein v roce 1963 publikoval, že v ruinách Cartága byla nalezena sila pro konzervaci píce. Tento způsob konzervace krmiv, byť sahá k samým kořenům lidské civilizace, je přesto považován za metodu pozdější, než je technologie konzervace sušením. Většího rozmachu tohoto oboru konzervace krmiv ve světě lze vidět až od 19. století, přičemž největší rozvoj nastal až ve druhé polovině 20. století (viz. obr. 2 a 3). Ve 30. letech 20. století (1933) se propracovává metoda silážování hmoty pomocí směsi vodného roztoku anorganických kyselin (Doležal a kol., 2012).

## 2.2 KUKUŘICE

Kukuřice je plodina, jejíž role v rostlinné a živočišné výrobě středoevropských zemědělců se v poslední době velmi významně mění. Zvyšující se zájem o ni je vyvolán potřebou levné a pracovně nenáročné plodiny. Je to rostlina, u níž díky výraznému pokroku ve šlechtění vzrostl produkční potenciál. Byly propracovány a v odborné praxi jsou nabízeny moderní způsoby konzervace, další pěstitelská a technologická vylepšení. Současné příznivé klima a inovovaná pěstitelská technologie včetně zužitkování sklizené produkce silně podporují její pěstování i v oblastech, kde to nebylo dříve možné. Kukuřice je plodina s velmi širokými možnostmi, které jsou v dnešní době využívány daleko více, než tomu bylo v minulosti (sklizeň vlhkého zrna, surovina na produkci izoglukózy, bioplynu a lihu, vyšší využití v lidské výživě) (Zimolka a kol., 2008). Silážovaná kukuřice je jedním z nejdůležitějších zdrojů krmiv pro přežvýkavce v mnoha částech světa a představuje 50 – 75 % z příjmu sušiny pro dojnice (Dunière a kol., 2013). Kukuřice je plodina pro lidstvo velmi významná. V současné době se pěstuje v pěti světadílech. Při objevení Ameriky se stala celosvětovým majetkem a v pořadí po pšenici a rýži je nejdůležitější obilninou na světě z hlediska výživy lidí. Další využití nachází jako významná krmná, průmyslová a energetická plodina. Při porovnání osevních ploch, celkové sklizně a výnosů, oproti pšenici a rýži, je kukuřice produktivnější a má nejlepší předpoklady pro růst svých výnosů (Zimolka a kol., 2008).

Vznik a původ kulturní kukuřice nejsou zcela objasněny. Na základě archeologických nálezů vše ukazuje na dvě zeměpisné oblasti – středoamerickou a jihoamerickou (Harshberger, 1893). První písemné zmínky o existenci této plodiny jsou uvedeny až po objevení Ameriky. Ovšem pěstování kukuřice bylo doloženo již ve starých kulturách na území dnešního Mexika a Peru. U kukuřice není dosud známa divoká forma a hypotéz o jejím vzniku a vývoji je několik. Jugenheimer 1976 předpokládá vznik v oblasti Střední Ameriky. Zde se dodnes nachází mnoho jejích rozmanitých forem a několik rodů s kukuřicí nejbliže spřízněných (*Tripsacum*



a *Euchlaena*). Tyto rostliny dávají možnost ke společnému křížení. Kukuřice (Obr. 4) byla pravděpodobně domestikována ve dvou centrech, a to v oblasti Mexika a Peru. Po objevení Ameriky, při první Kolumbově cestě roku 1492, nebo při druhé výpravě roku 1494 se kukuřice dostává do Evropy, a dále do Asie a Afriky. Nejprve byla pěstována jako okrasa a exotická zvláštnost v zahradách bohatých vrstev. Několik let stačilo, aby se rozšířila do Afriky. Benáčtí kupci se zasloužili o dovoz do Malé Asie. Turci kukuřici rozšířili do východní Evropy. S tím souvisí názvy této plodiny podle zemí z nichž byla dovezena. Například dodnes se na Moravě udržuje místní název „turkyně“. Šíření kukuřice bylo značně ovlivněno její variabilitou, ekologickou přizpůsobivostí a vysokou produktivitou. Tyto vlastnosti a její rozmanitost bez problémů konkurovali ostatním rozšiřovaným plodinám jako bramborám, obilninám, luskovinám v Evropě a sóje a rýži v oblasti Asie. U nás došlo k rozšíření pěstování kukuřice až na počátku minulého století, v souvislosti s hybridizací osiva (Zimolka a kol., 2008). O důležitosti kukuřice v zemědělství není pochyb, svědčí o tom i stálé narůstání ploch pro její pěstování (Loučka a Tyrolová, 2013).

Dodnes zde převažují pouze dva užitkové směry: kukuřice na siláž a kukuřice na zrno. Postupně se i u nás rozvíjejí alternativní formy produkce. Jsou to zejména produkce zrna pro potravinářský průmysl pro výrobu škrobu, izoglukózy, tuku a olejů. Na trhu tak můžeme zaznamenat nové mlýnské a pekárenské produkty. V průmyslu je kukuřice využita jako surovina pro výrobu stavebních hmot, papíru, lepenky, různých lepidel a bioplastických hmot. Dále se kukuřice využívá v chemickém, kosmetickém a farmaceutickém průmyslu. Nejnovějším trendem je její využití v hospodaření s obnovitelnými zdroji energie – výroba bioetanolu, bioplynu a biomasy. Toto široké spektrum využití spolu se změnou klimatu přispívá k rozšiřování kukuřice do dříve netradičních oblastí. Těmto novým trendům se přizpůsobuje i další šlechtitelská práce vznikem nových hybridů kukuřice, které jsou určeny pro specifické cíle ve výrobě (Zimolka a kol., 2008).

### **2.2.1 Botanické zařazení a charakteristika**

Botanická charakteristika kukuřice

Kukuřice (*Zea mays* L.) patří do čeledi lipnicovitých (*Poaceae*) a skupiny kukuřicovitých (*Maydeae*). Systematika kukuřice má více modifikací, které jsou založeny na různých principech. Z praktického hlediska rozdělujeme kukuřice podle tvaru zrna a jejího složení na tyto poddruhy:

- Kukuřice obecná (neboli tvrdá) – (*Zea mays* convar. *indurata* Sturt., syn. *Zea mays* convar. *Vulgaris* Körn., Grebenšč)
- Kukuřice koňský zub – (*Zea mays* convar. *identata* Sturt., syn. *Zea mays* convar. *dentiformis* Körn., Grebenšč)
- Kukuřice polozubovitá – (*Zea mays* convar. *aorista* Grebenšč., syn. *Zea mays* var. *semiidentata* Kolesch)
- Kukuřice pukancová – (*Zea mays* convar. *everta* Sturt., syn. *Zea mays* convar. *microsperma* Körn., Grebenšč)
- Kukuřice cukrová – (*Zea mays* convar. *saccharata* Sturt.)
- Kukuřice škrobová – (*Zea mays* convar. *amylacea* Sturt., Mont., Grebenšč., syn. *Zea mays* convar. *macrosperma* Klotsch)
- Kukuřice vosková – (*Zea mays* convar. *ceratina* Grebenšč.)
- Kukuřice plevnatá – (*Zea mays* convar. *tunicata* Sturt., syn. *Zea cryptosperma* Bonaf., syn. *Zea glumacea* Larranaga)

Největší význam z hospodářského hlediska má kukuřice koňský zub, kukuřice obecná (tvrdá) a kukuřice polozubovitá (Diviš a kol., 2010).

Pro zajímavost uvádím česká jména pro kukuřici setou: turecké žito, turecká pšenice, obilí indiánské, indiánská pšenice (Huber, 1596), kukuřice obecná (Presl, 1819; Opiz, 1852), kukuřice, turecká pšenice, mais (Čelakovský, 1879), kukuřice setá (Dostál, 1989; Kubát, 2002) ([www.botany.cz/cs/zea-mays/](http://www.botany.cz/cs/zea-mays/)).

Popis jednotlivých částí rostliny kukuřice (Obr. 5):

Zárodek (embryo) - nachází se v zrna a při výsevu tvoří základ budoucí rostliny

Kořeny - rozdělujeme na primární a sekundární, podle jejich původu. Primární kořenovou soustavu tvoří již v zárodku založené kořeny, sekundární kořenovou soustavu tvoří takzvané stonkové kořeny.

Stéblo - stéblo rostliny je vyplněno dřeví a má funkci zásobovací. Je rozděleno kolénky, které nazýváme nody, na články – internodia. Tyto články nemají stejnou délku, v bazální části jsou nejkratší. Stéblo určuje celkovou délku rostliny. V našich



Obr. 5.: [www.en.wikipedia.org/wiki/MaizeT](http://www.en.wikipedia.org/wiki/MaizeT)

podmínkách se délka kukuřice pohybuje v rozmezí 1,2 až 3 metry.

Listy - mají širokou čepel s nápadným středovým žebrem a rostou protistojně. Povrch listu je porostlý jemnými chlupy. Počet listů považujeme za odrůdový znak a liší se podle rannosti hybridu.

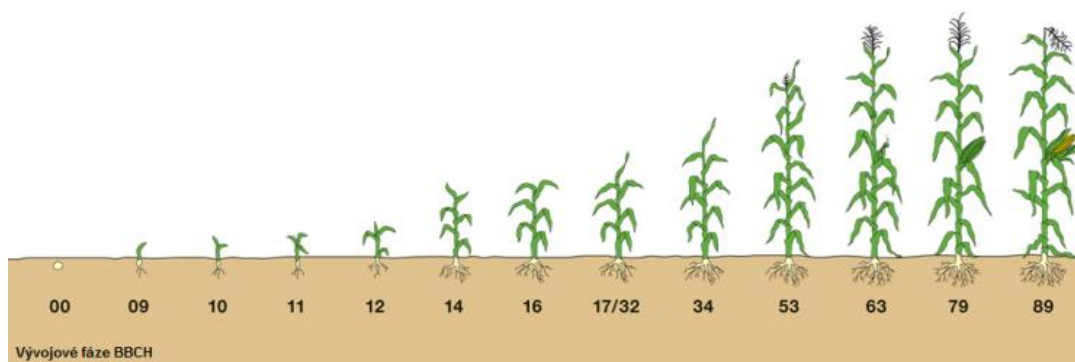
8 až 10 listů mají rané hybridy a nejpozdější hybridy mají až 24 listů.

Květenství a květ

Kukuřice je jednopohlavní, jednodomá rostlina, tedy na jedné rostlině najdeme samčí i samičí pohlavní orgány. Samčí tyčinkovité květy najdeme na vrcholu rostlin. Zde vytváří klásky v latě.

Samičí, pestíkovité květy se nachází při stonku a tvoří zde klasy. Tento klas nazýváme palice, je tvořen hrubou osou – vřetenem. Na vřetení se nachází zrna v řadách, počet řad kolísá od 8 do 18 (Diviš a kol., 2010).

Obr. 6.: Růstové fáze kukuřice seté



Obr. 6 [www.uroda.cz/jak-dodat-kvalitu-vyslednemu-produktu/](http://www.uroda.cz/jak-dodat-kvalitu-vyslednemu-produktu/)

Tab. 3: Stručná charakteristika růstových fází kukuřice dle stupnice BBCH

BBCH	Popis
00	suché semeno (případně namočené) - výsev
01	počátek bobtnání
03	konec bobtnání (imbibice)
05	objevení se kořínku
07	objevení se koleoptile ze semene
09	vzcházení – koleoptile proniká nad povrch půdy
10	1. list vystupuje z koleoptile
11-19	1. - 9. list vyvinutý, pokračuje tvorba dalších listů
30	počátek prodlužovacího růstu
31-39	1. - 9. kolénko (nodus) patrné, pokračuje tvorba dalších kolének
51	počátek metání lat (lata dobře znatelná v pochvě)
53	špička laty viditelná
55	střed metání: lata úplně viditelná, rozvíjí se střední větve laty
59	konec metání (dolní větve laty jsou úplně rozvinuté)
61	samčí květenství: začátek květu (střední prostředních větví laty kvetou) samičí květenství: objevují se špičky palic v listových pochvách
63	samčí květenství: počátek prášení pylu samičí květenství: viditelné špičky blizen
65	samčí květenství: plný květ (horní a dolní větve laty kvetou) samičí květenství: nitky blizen zcela vysunutě
67	samčí květenství: konec kvetení, nitky blizen začínají zasychat
69	konec kvetení, blizny zcela zaschlé
71	začátek tvorby obilek, obilky jsou patrné, obsah vodnatý ( 16% sušiny)
73	časná mléčná zralost
75	mléčná zralost, zrna ve středu palice jsou žlutobílá, mléčná (40% sušiny)
79	dosažení konečné velikosti zrna příslušné konvariety a odrůdy



- 83 časná vosková zralost, obsah těstovitý, na bázi palice zrna vodnatá, sušina asi 40%
- 85 vosková (silážní) zralost, zrna žlutá, těstovitá konzistence, sušina asi 55%
- 87 fyziologická zralost (černá skvrna v oblasti klíčku), sušina zrna asi 60%
- 89 plná zralost, zrna tvrdá, lesklá, sušina zrna okolo 75%
- 97 rostlina odumřela
- 99 sklizňová zralost

(Zimolka a kol., 2008)

Tab. 4: Stručná charakteristika růstových fází kukuřice dle stupnice DC

Kód DC	Popis	Kód DC	Popis
0	klíčení	51	začátek metání lat
5	objevení primárního kořínku	53	objevení se vrcholu laty
7	objevení koleoptile	55	lata vysunutá z listenů
9	délka koleoptile 2,5 cm	59	Konec metání – lata vyvinutá
10	vzcházení	60	kvetení lat
11	koleoptile proniká na povrch půdy	61	začátek prášení ve střední části laty
15	první zárodečný list vytvořen	65	plné prášení všech prašníků
19	druhý list rozvinut	70	kvetení blizen
20	růst listů	73	objevení se špiček blizen
23	plné rozvinutí 5. listu	75	nitky blizen venku z klasu
25	rozvinutí 7. listu	79	blizny zaschlé
27	12. a další listy rozvinuty	80	zralost
30	prodlužovací růst	82	mléčná zralost
32	vytvoření 1. kolénka	84	vosková zralost
35	3. kolénko	85	fyziologická zralost
36	4. kolénko	87	sklizňová zralost
50	metání	89	konečná fáze – sláma

(Zimolka a kol., 2008)

Z hlediska praktického využití výsledků sledování růstových a vývojových změn během ontogeneze kukuřice rozlišujeme dvě základní období: vegetativní (klíčení, vzcházení, příp. odnožování) a generativní (sloupkování, metání, kvetení, tvorba zrna a zrání). V rámci uvedených základních období je možno přesněji definovat růstové fáze pomocí stupnic zaznamenávajících momentální stav rostlin v porostu, důležitých pro určení optimálních termínů vhodných k agrotechnickým vstupům do porostů. V současné době převažují stupnice s desetinným kódem – DC a BBCH, které nejlépe splňují požadavky na registraci výpočetní technikou (Zimolka a kol., 2008).

## 2.2.2 Využití kukuřice

- ✓ výživa lidí (škrob, izoglukóza, tuk, oleje, mouka)
- ✓ výživa zvířat (siláže celých rostlin, částí rostlin, zrna, zrno v suchém stavu)
- ✓ průmysl (stavební, chemický, kosmetický, farmaceutický)
- ✓ obnovitelný zdroj energie (bioetanol, bioplyn, biomasa)

## 2.2.3 Využití kukuřice ve výživě hospodářských zvířat

Kukuřice je v našich klimatických podmínkách využívána především pro výživu skotu. Poskytuje dva zdroje energie – škrob a vlákninu. Je nejbohatší plodinou z hlediska obsahu energie pro přežvýkavce a zároveň svou fyzikální strukturou podporuje jejich trávicí proces. Její pěstování je technologicky snadné, výnos hmoty je nejvyšší z vhodných plodin a stabilní. Důležité je možnost usměrněné fermentace hmoty, tedy uskladnění energie pro celoroční využití. Všechny tyto aspekty dělají z kukuřice skutečný fenomén (Takáč, 2012).

Tab. 5: Osevní plochy zemědělských plodin v ČR (k 31. 5. daného roku v hektarech)

Období	Obiloviny	Luskoviny	Řepka	Pícniny na orné půdě	Kukuřice na zeleno a na siláž
2003	1 452 349	31 364	250 959	513 059	214 585
2004	1 607 251	28 407	259 460	500 556	215 644
2005	1 593 487	39 260	267 160	491 881	210 565
2006	1 527 104	39 021	292 246	459 344	190 600
2007	1 561 191	30 668	337 570	428 598	180 481
2008	1 552 717	22 306	356 924	406 161	179 777
2009	1 528 020	29 003	354 826	396 713	179 663
2010	1 459 505	31 318	368 824	406 450	181 939
2011	1 468 129	22 316	373 386	423 050	197 579
2012	1 444 668	20 177	401 319	436 482	214 876
2013	1 428 171	17 851	418 808	436 354	218 786
2014	1 411 314	20 170	389 298	452 427	235 531

([www.vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup](http://www.vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup))

Stručný přehled využití kukuřice ve výživě hospodářských zvířat:

- ✓ silážní kukuřice – siláž celých rostlin
- ✓ produkty dělené sklizně kukuřice:
  - LKS – hrubě pošrotované olistěné palice včetně vřeten
  - CCM – pošrotovaná směs palic s vřeteny bez listenů
- ✓ vlhké zrno kukuřice – HMGC (Třináctý a kol., 2012).

Tab. 6: Výživářské srovnání způsobů sklizně kukuřice

Technologie sklizně	Nutriční charakteristiky
Tradiční sklizeň strniště 20 – 30 cm	Strniště 20-30 cm, výnos 30-60 t, sušina 30-32 %, KE 5,5 – 6,4 MJ, 1kg sušiny obsahuje 300g škrobu, do 240g vlákniny, degradovatelnost škrobu 80 – 95 %.
Sklizeň při vyšším strništi 40 – 50 cm	Sušina 340 – 360 g/kg, 1 kg sušiny obsahuje 360g škrobu, do 200g vlákniny, výnos 30 – 45t/ha, KE 5,9 – 6,6 MJ/kg sušiny, degradovatelnost škrobu 75 - 90%
Sklizeň metodou LKS	Sušina 50 – 60%, ha výnos 12 -17 t, KE 7,2 – 7,7 MJ NEL, 1kg sušiny obsahuje 500g škrobu, 80 – 120 g vlákniny, 2,2g lysinu, degradovatelnost škrobu je 65 - 90%
Sklizeň metodou CCM	Sušina 60 – 70%, ha výnos 9 – 15 t, KE 7,5 – 8,4 MJ NEL, 1kg sušiny obsahuje 630g škrobu, 60 – 70g vlákniny, 2,6g lysinu, degradovatelnost škrobu je 60 - 85%
Sklizeň „HMGC“ (vlhké zrno)	Sušina 60 – 68(70)% , ha výnos 8 – 12 t, KE 8,0 – 9,2 MJ NEL, 1kg sušiny obsahuje 650g škrobu, 28 – 35g vlákniny, degradovatelnost škrobu je 55 - 88%

(Doležal a kol., 2012)

#### *Siláž z celých rostlin*

Kukuřici obecně považujeme za snadno silážovatelnou plodinu, díky optimálnímu obsahu nestrukturálních sacharidů (NSC, nebo též NFC = *Nonfiber Carbohydrates*) (Třináctý a kol., 2013). Kukuřičná siláž má vysokou nutriční hodnotu a je široce používána v krmných dávkách, protože zvyšuje produkci (Mari a kol., 2013). Vyznačuje se nízkými náklady na produkci energie. V porovnání s jinými krmnými plodinami to může být až o 50%. Tvoří hlavní složku krmné dávky pro přežvýkavce (Třináctý a kol., 2013). Za pomoci společného působení nízkého pH a antimikrobiální aktivity organických kyselin s krátkým řetězcem, jsou siláže tradičním způsobem uchování krmiv pro skot na dlouhé časové úseky, kdy je čerstvé píče nedostatek nebo není k

dispozici (Holzer a kol., 2003). Její nutriční hodnota a hygienická nezávadnost limituje nejen samotný chov hospodářských zvířat, ale výrazně ovlivňuje i produkci, tedy výrobu mléka, přírůstek a plodnost. Je známo, že dojnice v laktaci dokáže přeměnit 30 až 50% přijatých živin z krmné dávky na mléčné složky a energii mléka. Nelze opomenout vliv kukuřičné siláže na zdraví trávicích pochodů v bachoru (Třináctý a kol., 2013).

Objemná krmiva, jako základní složka krmné dávky přežvýkavců, limitují:

- ✓ funkčnost a výkonnost trávicího systému
- ✓ zdraví bachoru i celkové zdraví
- ✓ ekonomický efekt výroby

Jsou zdrojem životně důležitých látek - energie, bílkovin, minerálních látek a vitamínů. Přežvýkavci mají jedinečnou schopnost využívat ke své produkci energii, která se v objemných krmivech vyskytuje ve formě vlákniny.

Schéma č. 1:



Význam živin v objemných krmivech znázorňuje schéma č. 1. Nejen bilance a vyhodnocování potřebného množství objemných krmiv, ale i přísné sledování kvality, je základem úspěšného chovu skotu (Mitrík a Vajda, 2008). Kukuřice nadále patří k velice významným plodinám a z celkové plochy pícnin pěstovaných na orné půdě zaujímá 49,2 %. Například v roce 2012 se kukuřice na siláž a na zeleno pěstovala v České republice na 214.900 hektrech. Podíl kukuřice pěstované na zrno má vzrůstající tendenci (Kúst, 2013).

### *Produkty dělené sklizně kukuřice*

Systém LKS (Liesch Kolben Schrott) je směs hrubě pošrotovaných palic spolu s vřeteny a listeny a systém CCM (corn cob mix) je pošrotovaná směs palic s vřeteny bez listenů. Sklizeň kukuřice těmito metodami se provádí ve fázi, kdy je většina živin ve formě škrobu uložena v palicích. Takto vyrobená krmiva řadíme mezi sacharidová krmiva, mají vysokou koncentraci energie, KE je vyšší než 7,5 až 8 MJ NEL. Mají nízký obsah vlákniny, obsah dusíkatých látek je pod 8% a obsahují větší množství škrobu s horší bachorovou degradovatelností.

Použití těchto krmiv v krmných dávkách skotu snižuje riziko poklesu pH bachorového obsahu a nebezpečí acidózy. 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.

Není vhodné zařazovat tato krmiva do krmných dávek jalovic, nebo dojnic stojících na sucho. Při nesprávné manipulaci může snadno dojít k tepelnému poškození, siláže vykazují horší aerobní stabilitu.

Výhody těchto systémů sklizně:

- ✓ vyšší výnos živin LKS oproti CCM, LKS si udržuje strukturální charakter
- ✓ časnější sklizeň než při výmlatu zrna, silážování je levnější než sušení zrna
- ✓ možnost výroby těchto siláží i ve vyšších nadmořských polohách
- ✓ příznivější krmivářské hodnoty oproti siláži z celých rostlin
- ✓ možnost využití CCM pro výživu prasat (monogastričského druhu)
- ✓ vysoká koncentrace energie, nízké ztráty sušiny při fermentaci (max. 5 – 6 %)
- ✓ nižší náklady na sklizeň a její dobrá a kapacitně dostatečná mechanizace, bezproblémový příjem zvířaty a snadná manipulace při odběru a zkrmování

Nevýhodou může být riziko acidóz při nadměrném množství CCM v krmné dávce. Díky vysoké koncentraci energie a menší strukturálnosti lze krmivo CCM zařadit již mezi jádrná krmiva. Oba druhy siláží jsou v letním období potenciálně nestabilní a riziková. Hrozí zahřívání, pomnožení polních plísní – fusárií a mikrobiální znehodnocení. Při sklizni je třeba zajistit účinné konzervanty pro udržení aerobní stability a silážovat ihned, bez jakéhokoliv meziskladování (Doležal a kol., 2012).

### **2.2.4 Pěstování kukuřice, agrotechnické zásady**

Kukuřice díky své fotoperiodické reakci patří mezi krátkodenní rostliny, reaguje tedy na prodlužující se délku dne urychlením vývoje a intenzitou růstu a to podle genotypu. Limitní teplota pro růst kukuřice je mezi 5 – 6°C, spotřeba vody na produkci 1000 g sušiny (transpirační koeficient) je udávána 349 litrů vody (Zimolka a kol., 2008). Pro

dosažení odpovídajícího výnosu i kvality kukuřičné siláže je nezbytné dodržovat zásady správné technologie pěstování. V ní má nezastupitelné místo správný výběr stanoviště, správná technologie založení porostu, odpovídající výživa a hnojení a vhodně zvolená ochrana proti plevelům a škůdcům (Doležal a kol., 2012). Systémy technologie pěstování kukuřice rozdělujeme podle jejího užitkového směru:

- ✓ systém pěstování kukuřice na zrno
- ✓ systém pěstování kukuřice na osivo
- ✓ systém pěstování kukuřice na siláž
- ✓ systém pěstování kukuřice při opožděném výsevu

Do osevního postupu se kukuřice zařazuje nejčastěji po hustě setých obilovinách. Po kukuřici následují nejčastěji obiloviny. Na podzim se zpracování půdy řídí podle předplodiny a může mít víc variant. Po obilovině je to zpravidla podmítkka a orba, kterou se zapraví chlévský hnůj a P a K hnojiva. Podle půdy a podmínek je možné zvážit minimalizaci zpracování, nebo variantu bez orby. Jarní příprava spočívá především v urovnání pozemku, omezení ztrát vody a ve snížení zaplevelenosti pozemku. Kypření před setím se provádí jen do hloubky výsevu (Diviš a kol., 2010).

Z hlediska agrotechniky vykazuje kukuřice všechny vlastnosti okopaniny typu C4. Pro pěstování kukuřice jsou vhodná všechna stanoviště mimo extrémně výsušné půdy a půdy jílovité, zamokřené se zhuštěným orničním a podorničním profilem. Větší výnosovou jistotu kukuřici poskytují půdy střední a těžší s pH 5,6 – 7 (Doležal a kol., 2012). Nároky na půdu jsou závislé od oblasti pěstování. Snáší i půdy slabě kyselé a slabě zásadité. V půdách s pH < 5 se snižuje výnos rostlinné hmoty až o 30 %. Nejvhodnější je jižní expozice. Počáteční růst kukuřice je velmi pomalý. Minimální teplota půdy při setí je v hloubce seťového lůžka 6 – 8 °C. Optimální teplota při klíčení je nad 10°C (Skládanka, 2006).

Kukuřice není náročná na předplodinu. Obvykle se zařazuje v osevním postupu po obilovinách, ale velmi často i vícekrát po sobě. Především při pěstování kukuřice po sobě je třeba mít na zřeteli některé živočišné škůdce, kteří způsobují poměrně závažné přímé i nepřímé hospodářské ztráty. Například zavíječ kukuřičný - *Ostrinia nubilalis* (Obr. 7) způsobuje v ČR ztráty na kvalitě siláží i zrně v průměru 10 až 20 % (Kocourek a kol., 2006). Také bázlivec kukuřičný - *Diabrotica virgifera* (Obr. 8.) je rizikový faktor při monokulturní pěstování kukuřice.

Základem ochrany kukuřice proti bázlivci je střídání kukuřice v osevním postupu a nevysévání kukuřice v sousedství loňských porostů (Doležal a kol., 2012). Při setí se na hektar plochy vysévá přesný počet klíčivých zrn, který se v závislosti na ranosti hybridu a způsobu pěstování (na zrno, na siláž) pohybuje od 60 do 100 tisíc jedinců na

1 ha. Průměrná redukce počtu rostlin od setí do sklizně je 15 – 20 %. S tím je potřebné u výsevu počítat. Obvykle se volí vzdálenost řádků 0,70 – 0,75 m. Při pěstování na siláž je možné volit i vzdálenost řádku 0,50 m. Hloubka výsevu se pohybuje od 50 – 80 mm, a to podle stavu půdy a velikosti kalibrovaného zrna (Diviš a kol., 2010).

Počátek vegetace je u kukuřice charakterizován velmi pomalým růstem a také nízkým odběrem živin. První měsíc svého růstu kukuřice odčerpá z hektaru 3,3 – 5,6 kg N, kdežto před mléčnou zralostí toto množství dusíku přijme za jeden den (Richter a kol., 2004).

Pro kukuřici je charakteristické, že v podmínkách České republiky, zejména v chladnějších polohách, začíná intenzivní nárůst organické hmoty až po 20. červnu. Pak za relativně krátké období července, srpna a první dekády září přijímá valnou část živin. V těchto vývojových fázích má kukuřice vedle velkých požadavků na dusík ještě větší nároky na draslík (Vaněk a kol., 1998). Ke hnojení kukuřice je velmi vhodné využívat statková hnojiva. Z organických hnojiv je nejčastěji ke kukuřici používán chlévský hnůj.

Na půdách méně úrodných s nedostatkem humusu, zejména po obilovinách, na něj kukuřice reaguje obvykle kladně. V suchých ročnících je účinnost nižší. Optimální dávky hnoje se pohybují v rozpětí od 30 do 40 tun na hektar. Kukuřici řadíme mezi plodiny, které velmi pozitivně reagují na hnojení kejdou nebo močůvkou. Hnojení kejdou můžeme uskutečnit v létě na strniště, na podzim na ošetřenou půdu, nebo na jaře před zapravením kombinátory (Doležal a kol., 2012).

Diviš a kol., 2010 uvádí dávku chlévského hnoje 30 – 50 tun na hektar. Je možno využít zelené hnojení nebo rozdrčenou slámu spolu s dávkou 30 – 40 kg dusíku na hektar při zaorání. Výhodné je hnojení kejdou skotu nebo prasat. Soudobá technika umožňuje aplikaci kejdy přímo do porostu kukuřice. Aplikace se provádí hadicovými aplikátory na povrch půdy až do výšky porostu cca 50 cm, což je těsně před uzavřením porostu. Obvykle se aplikuje dávka v rozmezí 10 – 20 m<sup>3</sup> na hektar (Doležal a kol., 2012). Při pěstování kukuřice se uplatňuje při setí i tzv. Hnojení „pod patu“ NPK hnojivy, nebo se využívá Amofos.

Na základě testů a zkušeností byla u přímého hnojení stanovena naturální produkce 25 kg zrna na 1 kg NPK (Diviš a kol., 2010). Již při přípravě seťového lůžka je vhodné současně do půdy zapravit hnojiva a preemergentní herbicidy (Doležal a kol., 2012). Kukuřice v prvních fázích růstu je velmi citlivá na zaplevelení. Ochrana proti plevelům je možná mechanicky (vláčení, plečkování), nebo chemicky pomocí herbicidů. Zvolený zásah musí zajistit, aby prvních 40 – 50 dnů od vzejití kukuřice byl bezplevelný stav porostu (Diviš a kol., 2010). Kukuřice, plodina s vysokým výnosovým potenciálem hmoty z hektaru, vyžaduje intenzitu. Jakékoliv omezení agrotechniky, nekvalitní



předseťová příprava, nestejněměrné setí do nesprávné hloubky, snížení dávek hnojiva nebo omezený vstup herbicidní ochrany se negativně projeví na konečném výsledku, to je na množství a kvalitě siláže (Kačicová, 2010).

### 2.2.5 Výběr hybridů

Kukuřice je rostlina jednodomá, cizosprašná, proto je možné poměrně snadné šlechtění nových odrůd. V současné době dávají nejvyšší výnosy a nejvíce se pěstují jednodušší kříženci (SC – single cross) skládající se ze dvou inbredních linií (A x B) a kříženci trojliniový (TC three – way cross) jako výsledek křížení tří inbredních linií (A x B) x C. Méně častí s menšími výnosy jsou kříženci dvouliniový (DC – double cross), jako výsledek šlechtění dvou kříženců jednoduchých (A x B) x (C x D) tzn. čtyř inbredních linií. Rozlišují se kříženci na zrno, na siláž a kombinovaní. Dobré odrůdy na zrno mohou být pěstovány na siláž, avšak odrůdy na siláž nejsou vhodné pro pěstování na zrno. Další variantou mohou být odrůdy pěstované pro energetické účely. Základní typy kukuřice jsou flint, dent, Stay green (Třináctý a kol., 2013).

Zrno typu dent obsahuje méně sklovitého endospermu (obsahuje hranatá zrna škrobu obklopená bílkovinnou maticí), zrno typu flint je sklovitě lesklé a kulaté – obsahuje více sklovitého endospermu. Tento způsob uložení škrobu ztěžuje přístup bakteriím, a proto mají odrůdy flint charakteristicky horší degradovatelnost škrobu v batoru. Oba druhy endospermu mají rozdílné rozložení zeinu, základní bílkoviny v zrně kukuřice. Navíc, poměr obsahu zeinu k bílkovině rozpustné v roztoku soli je větší v endospermu sklovitém, než v endospermu moučnatém. Zein je také bílkovinou odolnější na degradovatelnost v batoru (Romagnolo a kol., 1994).

U kříženců typu Stay green vegetativní části rostlin zůstávají zelené i při úplné zralosti zrna, přítomnost chlorofylu v zelených listech umožňuje fotosyntézu. V těchto odrůdách je odvádění vody pomalejší. Vlastnost Stay green je dána geneticky, umožňuje delší období růstu kukuřice, tzn. pozdní sběr, což zvětšuje podíl sušiny a škrobu ze zrna (Třináctý a kol., 2013). Pozdější datum sklizně kukuřice ovlivní stravitelnost škrobu a NDF (Peyrat a kol., 2016).

Na druhou stranu usnadňuje silážování díky většímu obsahu vody v listech a stéblech, usnadňuje řezání a dusání silážní hmoty. Větší podíl zelených listů snižuje výnos sušiny z jednotky plochy. Další výhodou je větší odolnost proti fuzarióze (menší ohrožení mykotoxiny), a proti usychání listů (Třináctý a kol., 2013).

Usychání listů a současně zánik zelené barvy jsou výsledkem menšího obsahu chlorofylu, čímž dochází k přesunu využití dusíku v rostlině ze zelené hmoty do zrajícího zrna. V klasických podmínkách pěstování (v závislosti na teplotě

a dostupnosti vody) odrůdy Stay green oproti tradičním odrůdám přijímají více dusíku kořenovým systémem v době zrání zrna (Ma a Dwyer, 1998).

Registrace odrůd je základním předpokladem uznávání a uvádění do oběhu rozmnožovacího materiálu odrůd hospodářsky důležitých zemědělských a zeleninových druhů, révy a chmele. Pro pěstitele a další uživatele odrůd je registrace nejen zárukou užitné hodnoty odrůdy, odpovídající kvality rozmnožovacího materiálu, ale i ochrany zdraví lidí, zvířat, rostlin a životního prostředí. V rámci Evropských společenství řeší registraci odrůd hospodářsky důležitých zemědělských a zeleninových druhů a uvádění jejich rozmnožovacího materiálu do oběhu dvě základní směrnice – směrnice Rady 2002/53/ES ze dne 13. června 2002 o společném katalogu odrůd druhů zemědělských rostlin a směrnice Rady 2002/55/ES ze dne 13. června 2002 o uvádění osiva zeleniny do oběhu. Řízení o registraci odrůdy v ČR probíhá podle zákona č. 219/2003 Sb., o uvádění do oběhu osiva a sadby pěstovaných rostlin a o změně některých zákonů ze dne 25. 6. 2003. O registraci odrůdy rozhoduje Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZÚZ) prostřednictvím odboru Národní odrůdový úřad (Zimolka a kol., 2008).

V současné době je zaregistrováno 379 hybridů kukuřice, z nichž je 36 geneticky modifikovaných. Ročně je podáno zhruba 110 žádostí o registraci, v řízení o registraci je aktuálně 181 hybridů. Registračním řízením projde úspěšně asi třicet procent hybridů (Povolný, 2015).

Od roku 1999 ÚKZÚZ vyjadřuje ranost odrůd kukuřice podle metodiky vypracované a ověřené německým Spolkovým odrůdovým úřadem (Bundessortenamt). U zrnové kukuřice číslo ranosti odpovídá klasickému číslu FAO, u kukuřice na siláž se však namísto sušiny zrna odvozuje číslo ranosti od sušiny celé rostliny. Tím je ranost silážních odrůd vyjádřena objektivněji, neboť rychlost dozrávání (sesychání) palice a ostatních částí rostliny může být u různých typů hybridů rozdílná (např. Stay green hybridy). Hybridy pro kombinované využití (siláž a zrna) mají uvedena dvě čísla ranosti (např. 220 S, 230 Z).

Tab. 7: Skupiny hybridů podle ranosti a směru využití

Hybridy na siláž				
	Sortiment	Číslo ranosti	Spon	Výrobní oblast
VR	velmi raný	do 220	70 x 15	Obilnářská, bramborářská
R	raný	200 - 260	70 x 15	Řepařská, obilnářská a bramborářská
SR	středně raný	260 - 300	70 x 15	Kukuřičná a řepařská
SP	středně pozdní	nad 300	70 x 17,5	Kukuřičná
Hybridy na zrno				
	Sortiment			
VR	velmi raný	do 250	70 x 15	Kukuřičná a řepařská
R	raný	250 - 300	70 x 15	Kukuřičná a řepařská
SR	středně raný	300 - 350	70 x 17,5	Kukuřičná a řepařská
SP	středně pozdní	Nad 350	70 x 17,5	Kukuřičná

[www.eagri.cz/public/web/file/434775/PO\\_Kukurice\\_2015.pdf](http://www.eagri.cz/public/web/file/434775/PO_Kukurice_2015.pdf)

Zkoušky užité hodnoty pro hybridy kukuřice se pro účely registrace zkouší buď pro využití na siláž, nebo na zrno, či současně pro oba tyto způsoby. Vzhledem k velkým rozdílům v délce vegetační doby je zkoušení rozděleno do čtyř skupin (sortimentů) podle ranosti. Každý sortiment je ověřován na více lokalitách. Při dosažení sklizňové zralosti kontrolních hybridů jsou všechny hybridy daného sortimentu sklizeny v jednom termínu. Zkoušení trvá obvykle dva roky ([www.eagri.cz](http://www.eagri.cz)).

Od roku 1999 ÚKZÚZ využívá pro predikci kvalitativních parametrů silážních hybridů near infra read spektroskopii (NIRS), která umožňuje rychle, nedestruktivně a naráz stanovit několik parametrů. Tabulka 8 uvádí sledované znaky a vlastnosti hybridů kukuřice na siláž. Obdobně jsou hodnoceny hybridy na zrno a kombinované hybridy.

Tab. 8: Hlavní sledované znaky hybridů kukuřice na siláž

Výnos		
Výnos	celkové	Uvádí se v procentech k průměru souboru srovnávacích odrůd, vztahuje se k absolutní sušině
Výnos	celkové	Uvádí se v procentech k průměru souboru srovnávacích odrůd
	zelené hmoty	
Technologická kvalita		
Škrob		Obsah škrobu (Ewers)
ELOS		Odhad stravitelnosti na základě stanovení podílu enzymaticky rozpustné organické hmoty (De Boever, 1986, 1988)
IVDOM		Odhad stravitelnosti organické hmoty (Tilley, Terry, 1963)
NDF		Neutrálně detergentní vláknina (van Soest)
ADF		Kyselá detergentní vláknina (van Soest)
Hrubá vláknina		(Weender - Fibertec)
Cukr		Redukující cukry (Luff - Schoorl)
N-látky		(Kjeldahl)
Popel		Tento parametr se stanovuje klasickou vážkovou metodou, NIRS nelze využít
Ranost		
Doba do květu blizen		Počet dnů od setí do květu blizen (kvete 50 % rostlin na parcele), je to pomocný ukazatel ranosti
Sušina zrna před sklizní		Orientační sušina stanovená ze vzorku zrna z palic odebraných v období těsně před sklizní, suší se celá zrna, je to pomocný ukazatel ranosti
Sušina suché hmoty při sklizni	celkové	Podle normy ČSN ISO 467007. Stanovena ze vzorku odebraného při sklizni parcely. Je hlavním ukazatelem ranosti silážních hybridů.
Další hospodářské vlastnosti		
Odolnost poléhání (9-1)	proti	Kořenové poléhání (vyvracení se rostlin v bázi těsně nad zemí) – v podmínkách ČR se vyskytuje většinou jen sporadicky ve vlhčích ročnících, může však způsobit ztráty při sklizni. Příčinou

	je buď geneticky založená morfoloická vlastnost odrůdy, nebo nižší odolnost odrůdy k houbovým chorobám. Hodnotí se po polehnutí porostu a před sklizní.
Sněť kukuřice ( <i>Ustilago maydis</i> )	Napadá rostliny v průběhu celé vegetace. Obvykle nezpůsobuje závažné škody. Napadené rostliny lze zkrmovat. Je hodnocen počet sněťivých rostlin na parcele (%).
Zlomené rostliny pod palicí (%)	Komplexní znak zahrnující všechny příčiny zlomení rostlin pod palicí (mykózy, napadení zavíječem, přirozený sklon k lámavosti). Hodnotí se jako počet (%) zlomených rostlin pod palicí.
Výška rostlin a výška nasazení palic (cm)	Objektivně vystihuje růstový typ hybridu

(Zimolka a kol., 2008)

Víceleté výsledky hodnocení kvalitativních parametrů silážní kukuřice, které v rámci registračních zkoušek provádí ÚKZÚZ, prokazují významné rozdíly mezi jednotlivými odrůdami. Využitelnost potenciálu silážních hybridů s vyšší kvalitou však do značné míry závisí na správné agrotechnice pěstování, optimální technologii výroby a vhodném užití siláže jako krmiva. ÚKZÚZ každoročně zveřejňuje výsledky odrůdových zkoušek kukuřice v publikaci Přehled odrůd, elektronicky na [www.ukzuz.cz](http://www.ukzuz.cz) a v odborném tisku. Zemědělské praxi se tak dostává nezávislá informace, která může napomoci volbě optimální odrůdové skladby (Povolný, 2012).

Zkoušení geneticky modifikovaných odrůd může ÚKZÚZ zahájit pouze v případě, že zahrnuje pouze geneticky modifikované rostliny, které lze uvádět do oběhu v ČR podle zákona č. 78/2004 Sb., o nakládání s geneticky modifikovanými organismy a genetickými produkty, ve znění pozdějších předpisů. V současnosti podmínkám stanoveným zákonem vyhovuje pouze insekt rezistentní modifikace kukuřice MON 810, uvolněná pro pěstování rozhodnutím EK ze dne 22. 4. 1998. Takto modifikovaná odrůda je toxická pro larvy zavíječe kukuřičného a některé příbuzné druhy živící se požerem na rostlinách kukuřice (Zimolka a kol., 2008).

## 2.3 TECHNOLOGIE SILÁŽOVÁNÍ

Vlastní proces silážování je velmi složitý biochemicko–mikrobiální proces, který je poznamenán celou řadou vzájemně se ovlivňujících interakcí (skupiny mikroorganismů,

obsah a dostupnost hlavních živin, teplota prostředí, typ síla a další). Zastoupení mikroorganismů v epifytní mikroflóře značně kolísá v závislosti na druhu síce, ročním období, pořadí seče, úrovni agrotechnické práce, klimatu, půdních a klimatických podmínkách, stupni znečištění, expozici pozemků či způsobu sklizně (Doležal a kol., 2012).

Schéma č. 2: Jednotlivé fáze procesu sílážování

Vegetace		Rostlina před posečením	
		Sečení	
		Řezání	Polní období
0 dní	Aerobní polní fáze	Mechanické zpracování	
		Aplikace konzervantů	
		Doprava	
		Vrstvení	Období plnění
14 – 21 dní	Hlavní fermentační fáze	Dusání	
		Zakrývání	
až 365 dní	Fáze stabilizační	Zrání a skladování síláže	
1 den	Aerobní fáze odběru	Odběr síláže na krmení	Období skladování a odběru
		Krmení síláže – krmná dávka	

Sílážování je konzervace rostlinné biomasy pomocí organických kyselin produkovaných mikroorganismy. Tento proces rozdělujeme z hlediska technologického postupu na tři období (polní období, období plnění, období skladování a odběru). Během nich probíhají různé úkony a činnosti. Současně v sílážované hmotě probíhá fermentační proces, který dělíme na čtyři fáze (aerobní polní fáze, hlavní fermentační fáze, fáze stabilizační, aerobní fáze odběru). Na schématu 2. jsou graficky zobrazena jednotlivá období a fáze tak, jak na sebe navazují, respektive se překrývají. Trvání fází se nevztahuje na trvání období (Mitrík 2006).

### 2.3.1 Hlavní zásady při sklizni a naskladňování

Na rozdíl od ostatních jednoletých píceňin dochází u silážní kukuřice během vegetace ke snižování obsahu vlákniny a zvyšování obsahu energie. Nejvhodnější termín sklizně silážní kukuřice z krmivářského hlediska je na konci těstovité zralosti zrna (sušina rostliny 28 – 34 %), kdy končí syntéza škrobu v zrnech a je dosaženo nejvyšší koncentrace energie v celé rostlině (Zimolka a kol., 2008).

Tab. 9: Vliv vegetační fáze na koncentraci energie v celé rostlině kukuřice a v jejích jednotlivých částech (MJ/kg v 1 kg sušiny)

Znak/fáze	Květ	Mléčná zralost		Těstovitá zralost		Vosková
		počátek	konec	počátek	konec	plná
Celá rostlina	6,0	6,3	6,6	6,8	6,9	6,8
Palice	7,8	7,8	8,1	8,2	8,3	8,3
Zbytek rostliny	5,9	5,9	5,8	5,6	5,3	4,9

(Bíro a kol., 1995)

Z tohoto důvodu je vhodné na přelomených palicích sledovat tzv. mléčnou čáru, která velmi přesně koreluje se stupněm asimilace živin, zejména škrobu, a tím i se stupněm zralosti celé rostliny kukuřice. Pokud mléčná čára dosáhne 2/3 zrna, je vhodné začít se sklizní kukuřice na siláž. Pro stanovení optimálního termínu sklizně silážní kukuřice se v současné době doporučuje využití sumy efektivních teplot podle ranosti hybridů a výrobních oblastí (Zimolka a kol., 2008).

Termín sklizně může významně ovlivnit kvalitu sklizené kukuřice. Za ideální lze považovat sklizeň při obsahu sušiny celé rostliny 33 %, což bývá, když je mléčná linie zrna ve dvou třetinách výšky zrna. Když byly některé hybridy sklizeny při vyšší sušinitě, projevilo se to negativně ve stravitelnosti vlákniny a kvalitě fermentace – řezanku s vyšší sušinou než 35 % je nutné mnohem důkladněji na silážním žlabu udusat, než řezanku se sušinou nižší (Loučka a Tyrolová, 2013).

Tab. 10: Teplotní požadavky hybridů s rozdílným číslem FAO

Rozpětí (číslo FAO)	Celkový teplotní úhrn (°C)
200 - 230	1350 - 1410
230 - 250	1400 - 1460
250 - 280	1440 - 1500
280 - 300	1470 - 1530
300 - 350	1500 - 1600

(Zimolka a kol., 2008)

Číslo FAO je v zemědělské praxi stále využíváno pro stanovení zralosti silážní kukuřice a je to základní charakteristika silážních hybridů. Dříve se hybridy kukuřice do jednotlivých skupin FAO zařazovaly podle obsahu sušiny v klase. V současnosti se zařazování hybridů silážní kukuřice do příslušné kategorie FAO děje na základě obsahu sušiny v celé rostlině (Doležal a kol., 2012). Při příliš časně sklizni, kdy sušina kukuřice je nižší než 28 %, se ochuzujeme o výnos sušiny, energie a o koncentraci energie ve sklizené kukuřičné siláži. V procesu fermentace se uplatňují více bakterie heterofermentativního kvašení. Zužuje se poměr mezi obsahem kyseliny mléčné a octové ve prospěch octové, přičemž ztráty živin při heterofermentativním typu kvašení jsou asi dvakrát vyšší než při homofermentativním typu kvašení. Pozdní sklizeň s vyšším obsahem sušiny (nad 35 %) má následující nevýhody. Sklízíme zbytek rostliny o vysoké sušině (suché listy a horní část stébla), kde na povrchu listů dochází k rozvoji plísní a množení kvasinek, které potom negativně ovlivňují fermentační proces. Nižší obsah sacharidů zapříčiní menší tvorbu kyselin. Může docházet i k zaplísnění siláže. Siláž je nestabilní (Třináctý a kol., 2013). Při vzrůstající sušině je třeba zintenzivnit dusání a zkrátit délku řezanky (Novotný, 2005).

Pokud je to možné, je třeba vyvarovat se deštivého počasí při sklizni. Dochází k znečištění rostlin zeminou, tím se do silážního prostoru dostávají klostridie, které jsou zodpovědné za máselné kvašení, tvorbu kyseliny máselné a biogenních aminů (Třináctý a kol., 2013). Na podzim roku 2011 tropická bouře Irene způsobila značné škody na porostech silážní kukuřice v severovýchodních Spojených státech. Oslabené porosty prošly různým stupněm záplav, a místy kontaminací bahna. Cílem této studie bylo zjistit, zda u napadených rostlin sklizených na siláž a normálně fermentovaných byla nepříznivě ovlivněna nutriční hodnota. Chemické a živinové složení napadených siláží bylo srovnáváno se siláží vyrobenou z nepostížených rostlin ze stejné oblasti. Koncentrace NEL a in vitro stravitelné NDF byla výrazně nižší u rostlin napadených



hurikánem. Kromě toho obsah popela napadených siláží byl vyšší než u nepostižených siláží. Konkrétně, koncentrace Al, Co, Fe, Mn byly vyšší v postižených silážích. Celkově lze říci, že silážní fermentace se zdála být normální; konečné pH siláže a koncentrace fermentačních kyselin, alkoholů a esterů byly podobné mezi postiženou a nepostiženou siláží. Počty kvasinek (ale ne formy), měli tendenci být u kontaminované siláže vyšší než v nedotčené siláži. Patogenní mikroorganismy nebyly detekovány v žádné siláži. Výskyt a koncentrace mykotoxinů byly též podobné u obou siláží. Několik farem, které zkrmují siláž z kontaminovaných rostlin ale zaznamenali následné zdravotní problémy u chovaných zvířat (Kung a kol., 2015).

Díky pufrujícímu účinku brání částecy zeminy rychlému okyselení siláže. Podíl nečistot by měl činit méně než 3 % v sušině (z tohoto důvodu by se nemělo sekat níže než 5 – 7 cm nad zemí). Obsah energie v siláži se s každým procentem písku snižuje o cca 0,1 MJ NEL na 1 kg sušiny (Mathies, 2002).

Kromě celých rostlin kukuřice s nízkým strništěm (cca 20 cm), lze kukuřici sklízet i s vyšším podílem zrna. Při sklizni s nízkým strništěm bývá netto energie laktace (NEL) v rozmezí 5,9 – 6,5 MJ/kg sušiny, obsah vlákniny 200 – 260 g/kg sušiny, škrob 280 – 340 g/kg sušiny a degradovatelnost škrobu 80 – 95 %. Řezačkou se sklízí kukuřice s vyšším strništěm (cca 40 cm), případně se sklízí jen palice s listeny formou LKS (Lieschen Kolben Schrott). Nutriční charakteristika siláže s vyšším strništěm má následující parametry: NEL 6,2 – 6,7 MJ/kg sušiny, vláknina 160 – 220 g/kg sušiny, škrob 300 – 380 g/kg sušiny a degradovatelnost škrobu 75 – 90 %. Sklizeň s vyšším strništěm se volí především z důvodu zvýšení koncentrace energie, případně omezení kontaminace půdními mikroorganismy, když je v době sklizně deštivo (Loučka a Tyrolová, 2013).

Délka řezanky je zvláště důležitá u kukuřice s vyšším obsahem sušiny a při vyšším stupni zralosti zrna. Při mléčně voskové zralosti zrn a sušině 25 – 30 % se doporučuje řezanka délky 15 – 20 mm. Při voskové zralosti zrn a sušině 30 – 35 % je třeba zajistit délku řezanky 10 – 20 mm. Někteří autoři uvádějí délku řezanky pod 10 mm. Všeobecně platí zásada, že čím je vyšší sušina silážované kukuřice, tím kratší musí být délka řezanky (Doležal a kol., 2012). Pokud není řezanka dodrcena v corncrackeru, nesmí být delší než 12 mm, pokud používáme corncracker, je přípustná teoretická délka řezanky (TLC – Theoretical Length of Cut) 19 mm. Při analýze skutečné délky lze tolerovat jen 15 % částic s délkou nad 25 mm (Loučka, 2012). Nezbytnou podmínkou při zpracování řezanky je narušení zrna, což zajišťuje zmíněný corncracker, jinak se snižuje stravitelnost a zvyšuje vylučování nestrávených zrn (Zimolka a kol., 2008).

Při plnění silážního prostoru je důležité minimalizovat plochu křížení drah dopravních prostředků se stroji pro rozhrnování a dusání hmoty. Je třeba zamezit

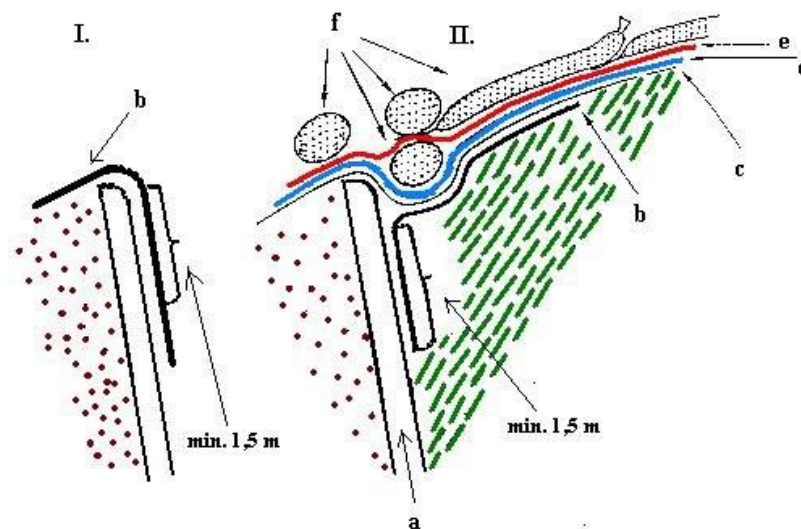
starému nešvaru zajíždění dopravních prostředků až do silážního prostoru. Zapomíná se totiž na velmi důležitý fakt, kterým je zanášení nečistot (bláta, prachu, někdy i močůvky a hnoje) do silážované hmoty na pneumatikách strojů. Pro kvalitní udusání hmoty je důležité její rovnoměrné a správné rozvrstvení. Okraje u stěn žlabu jsou jedním z nejkritičtějších míst při dusání siláže. Působení dostatečného tlaku po dostatečně dlouhou dobu po celé ploše silážního prostoru je základem pro dosažení co nejkvalitnějšího udusání hmoty (Mitrík, 2006). Správné udusání významně rozhoduje o výsledné kvalitě fermentačního procesu, úrovni ztrát, prevenci tepelného poškození a hygienické jakosti siláží. Při tradičním silážování ve žlabech se doporučuje, aby měřítkem intenzity dusání byla měrná hmotnost sušiny, která by měla být větší než 180 – 200 kg/m<sup>3</sup> prostoru. Doba dusání je závislá na použité technologii a významně koreluje s kvalitou kvasného procesu. Je nutné konstatovat, že siláže, které byly dusány krátce (méně než 2 min/t), jsou většinou vždy méně zdařilé (Zimolka a kol., 2008).

Zajištění anaerobních podmínek v celé siláži a zvláště ve vrchních vrstvách je základem pro kvalitní fermentaci, minimalizaci ztrát živin a minimalizaci rizika zkrmování zkažené siláže. Poškození siláže v povrchových vrstvách, které leží pod zřetelně nahnitou vrstvou, není možné opticky posoudit. Chuťová charakteristika poškozené, opticky přitom dobře vypadající siláže, je špatná a téměř vždy způsobí snížení příjmu sušiny (Mitrík, 2006). Významným momentem pro dosažení dobré izolace silážované hmoty je správné zakrytí. Doporučuje se použít boční fólie na stěnu silážního žlabu. Stačí jen pruh, který izoluje nejméně metr vysokou a zakrývá nejméně metr širokou vrstvu silážované hmoty od stěny žlabu (Loučka, 2012 a). Správný postup zakrývání silážních žlabů spočívá v následujících krocích:

- ✓ Před zakrytím se doporučuje povrchové ošetření horní vrstvy organickou kyselinou.
- ✓ Překrytí naskladněné hmoty mikroténovou fólií, na kterou se použije další vrstva fólie, která chrání a překrývá okraj žlabu.
- ✓ Poté se může překrýt celý povrch žlabu a okraje další vrstvou mikroténové fólie, přičemž spoj by měl být v šířce minimálně 50 cm.
- ✓ Na tuto vrstvu mikroténové fólie se pokládá hlavní silážní plachta, která musí být UV stabilní, minimálně dvouvrstvá (lépe třívrstvá), bílé, nebo černobílé barvy, pokládá se bílou barvou vně. Tyto fólie mají tloušťku zpravidla 0,15 až 0,18 mm a mají dokonale izolovat silážovanou hmotu od vnějšího prostředí. Proto by měla přesahovat přes okraje silážního žlabu alespoň 1 m, aby dešťová voda mohla odtékat přes okraj žlabu vně a nezatékala do siláže.

- ✓ Silážní plachty je nezbytné vypnout a v pravidelných termínech kontrolovat jejich stav.
- ✓ Silážní fólie je nezbytné po vypnutí vhodným způsobem zatížit, například ojetými pneumatikami, vyřazenými důlními pásy, nebo sáčky naplněnými šterkem (Doležal a kol., 2012).

Obr. 9.: Doporučený systém anaerobního zakrytí silážované hmoty



Vysvětlivky: I – pohled na uložení boční fólie před naskladněním siláže, II. při zakrývání, a – stěna silážního žlabu, b – boční fólie, c – vrchní tenká fólie, d – vrchní silná fólie, e – krycí síť, f – zátěžové pytle naplněné šterkem (Loučka a Tyrolová, 2013).

### 2.3.2 Požadavky na silážní linku

Přehled strojů pro mechanizovanou sklizeň kukuřice

- ✓ Sklízecí rezačky
- ✓ Dopravní prostředky
- ✓ Stroje pro rozprostření a udusání hmoty
- ✓ Stroje pro lisování silážní hmoty do vaků
- ✓ Silážní prostory a jímky na silážní tekutiny (Loučka a Tyrolová, 2013).

Sklízecí rezačky (Obr. 10.) slouží ke sklizni píce, obilovin metodou GPS, kukuřice, slunečnice, případně je možné je využít při sklizni rychle rostoucích dřevin určených k energetickým účelům. Při sklizni dochází k sečení píce, odlamování palic, sběru píce ze řádků nebo odřezávání kmenů rychle rostoucích dřevin. Následně je provedena úprava materiálu pořezáním, případně může dojít k rozmělnění rezanky drcením. Další operací je naložení pořezaného materiálu do kontejneru nebo do dopravního

prostředku. Při sklizni píce určené k senážování nebo silážování je možné do rozmělněného materiálu aplikovat konzervační přípravky a zlepšit tak proces konzervace píce (Fríd, 2015). Sklízecí řezačka zaujímá dlouhodobě významné místo ve strojně traktorovém parku zemědělského podniku. Svoje uplatnění nachází především v technologiích sklizně pícnin a to jak sklizně píce k dennímu krmení, tak ke sklizni píce konzervované silážováním nebo senážováním. Na tuto situaci reagují především prodejci, kteří se snaží nabídnout zemědělcům nové stroje s vysokými provozními a technickoekonomickými parametry (Heřmánek a Skokanová 2001).  
Rozdělení řezaček:

- ✓ Dle způsobu použití: stacionární nebo mobilní
- ✓ Dle energetického prostředku: traktorové nebo samojízdné
- ✓ Dle připojení k energetickému prostředku: přívěsné, návěsné nebo nesené
- ✓ Dle pracovní části: nožové nebo cepové

Hlavní části samojízdných sklízecích řezaček:

- ✓ adaptér
- ✓ vkládací ústrojí
- ✓ řezací ústrojí
- ✓ drtící ústrojí
- ✓ doprava řezanky
- ✓ přídatná zařízení (detektor kovů, detektor kamenů, aplikátor inokulantů, automatické broušení nožů, kamerový systém pro sledování toku dopravovaného materiálu, měřič výnosu hmoty, měřič vlhkosti, zařízení pro vyplašení volně žijící zvěře ze sklizeného prostoru) (Fríd, 2015).

Adaptéry používané ke sklizni kukuřice na siláž

Úkolem adaptéru je odříznout stonek rostliny (případně oddělit palici z rostliny) a usměrnit její vstup do vkládacího zařízení. Adaptéry se širším záběrem jsou zpravidla rozděleny na několik částí a dají se složit tak, aby se sklízecí řezačka mohla pohybovat po běžné komunikaci při přejezdech.

System Kempfer – rotační žací ústrojí

Záběr adaptéru je 4,5 až 6 metrů. Umožňuje sečení silnostébelnatých rostlin nasetých do řádků i na široko. Skládá se z aktivních rotačních děličů, které oddělují sečený a nesečený porost. Děliče mohou být kuželové nebo válcové. Navádění rostlin k rotačním bubnům zajišťují pasivní prutové děliče. Samotné odříznutí rostliny je prováděno pilovými kotouči, které jsou umístěny pod sestavou dvou až šesti rotačních naváděcích bubnů s kotouči po obvodu, které mají nízké otáčky cca 20-30 ot.min<sup>-1</sup> a mají za úkol přidržet a nasměrovat rostlinu do vkládacího ústrojí. Pilové kotouče se otáčejí v protisměru a dosahují 633 až 823 ot.min<sup>-1</sup>.

Systém Easy Collect – řetězové žací ústrojí collector:

Záběr adaptéru je 6 až 10,5 metru. Collector je tvořen řetězy, které se pohybují na oběžné dráze oválného tvaru kolmo ke směru jízdy. Řetěz je osazen třemi řadami zubů, horní dvě řady přidržují rostlinu, spodní řada plní funkci aktivních žacích nožů. Nože jsou srpovitého tvaru. Pod aktivními zuby je umístěna ještě řada pasivních nožů. Otáčením řetězu je stonek odříznut a dopraven ke vkládacím válcům. Otáčky řetězů jsou v závislosti na pojezdové rychlosti stroje a úměrně se mění (Fríd 2015).

Adaptér pro řádkové sečení (rozteč řádků 70-75 cm):

Záběr je 4, 6, 8 až 12 řádků. Dle záběru je na adaptéru odpovídající počet samostatných jednotek, které tvoří rotující nože určené k odříznutí rostliny a dvojice dopravních řetězů. Řetězy zachycují posečené rostliny a dopravují je k průběžnému šnekovému dopravníku, který zajišťuje plnění vkládacího ústrojí rostlinami z celého žacího válu, od všech jednotek. Žací jednotky jsou zakryty krytem a vpředu je umístěn pasivní dělič. Pro navedení na řádek je adaptér vybaven hmatači.

Adaptér pro sklizeň kukuřičných palic:

Adaptér má shodnou konstrukci jako adaptér pro sklízecí mlátičku. Vál je vybaven s průběžným šnekovým dopravníkem, odlamování zajišťují samostatné jednotky. Tvoří ji dva řetězy, které dopravují odlomené palice k šnekovému dopravníku. Samotná rostlina je navedena pomocí pasivních děličů mezi odlamovací plechy, ve spodní části je držena vtahovacími válci a je mezi plechy protažena. V zadní části je umístěno žací zařízení a drtič. Ten zajišťuje rozdrčení stonku a jeho rozmetení po pozemku (Červinka, 2009; Fríd, 2015).

Vkládací ústrojí:

Vkládací ústrojí se skládá z několika podávacích válců. Podávací válce stlačují hmotu do kompaktního tvaru a přes mezeru předlisovacího páru válců ji přivádějí do řezacího ústrojí. Vkládací válce jsou vybaveny detektorem kovových předmětů a kamenů, který v jedné dvacetině sekundy musí zastavit vkládání (Červinka, 2009).

Řezací ústrojí:

Řezací ústrojí je nejdůležitější část sklízecí řezačky. Jeho úkolem je nařezat vkládaný materiál na požadovanou délku. Skutečná délka řezanky nebývá shodná (bývá větší) s tzv. teoretickou délkou řezanky TLC (Theoretical Length of Cut), což lze definovat jako vzdálenosti ostří a protiostrí řezacího ústrojí. Kratší řezanka se dosahuje zvýšením počtu nožů, kterých může být při současné úrovni mechanizace až 48. Velkou roli také hraje stav a ostří nožů (Loučka a Tyrolová, 2013). Řezací ústrojí tvoří řezací buben s držáky nožů, nože, a pasivní protiostrí. Součástí bývá zařízení pro broušení nožů. Celé zařízení je opatřeno kryty. Dno bubnu může být odpruženo. Počet a tvar nožů se liší podle výrobce. Stejně tak uložení nožů:

- ✓ do spirály ( CASE, NEW HOLLAND )
- ✓ ve tvaru V ( CLAAS, KRONE )
- ✓ rovnoběžně s osou bubnu ( JOHN DEERE ).

Otáčky bubnu se pohybují od 800 do 1200 ot.min<sup>-1</sup> (25 až 45 m.s<sup>-1</sup>) (Fríd, 2015).

Počty nožů se liší podle výrobce samojízdných sklízecích řezaček (od 12 do 56). Nože jsou vyráběny z vysoce legované oceli, břit je tvrzený (Červinka, 2009).

#### Drtící ústrojí

Drtící ústrojí upravuje nařezanou hmotu, která prošla řezacím ústrojím. Princip spočívá v rozmělnění, nebo v mechanickém narušení zrna obsaženého v řezance. Živiny z narušených buněčných struktur rostliny jsou po těchto operacích přímo dostupné mikroorganismům a vytváří se prostředí pro aktivní rozmnožování mikroorganismů žádoucích, ale i nežádoucích (Mitrík, 2006). Z takto narušeného zrna jsou lépe uvolněny veškeré živiny v něm obsažené a tím se zvyšuje živinová hodnota siláže. Takto ošetřené siláže se lépe uplatní v krmných dávkách. Používají se dva systémy konstrukce:

- ✓ CORN CRACKER – dva jemně rýhované kovové válce. Válce se otáčejí proti sobě nestejnou rychlostí (rozdíl je zpravidla v rozmezí 5 až 40%), jsou uloženy na soustavě pružin a oddálení válců je možné v relaci 0,5 až 25 mm. Touto štěrbinou prochází řezanka.
- ✓ UNI CRACKER – soustava rýhovaných kotoučů, uložená na dvou hřídelích otáčejících se proti sobě podobně jako u válcového drtiče. Třecí plocha je 2,5 krát větší než u válcového drtiče.

Drtící ústrojí lze vyřadit mimo provoz řezačky, pokud není drcení řezanky vyžadováno například při výrobě travní senáže (Fríd, 2015).

#### Metač a výmetný komín

Následuje metač, který slouží k urychlování toku materiálu výmetným komínem, přičemž metač plní roli ventilátoru. Výmetný komín je konstruován jako polohovatelný, kdy je možné jej otáčet v úhlu přes 200°. Dále je opatřen různým typem z místa obsluhy polohovatelné metací koncovky, která umožňuje usměrňovat tok při plnění přepravních prostředků. Výmetný komín může být doplněn různým příslušenstvím od vlhkoměru přes systém automatického plnění přepravních souprav až po trysku k aplikaci konzervačních přípravků. Samotný aplikátor může být integrován jako originální příslušenství, nebo jde o některý z produktů specializovaných výrobců (Javorek, 2013).



Obr. . [www.fendt.com/de/15105.asp](http://www.fendt.com/de/15105.asp)

Obr. 11.: Vkládací ústrojí, řezací ústrojí, UNI CRECKER, metač  
Dopravní prostředky

Navážení řezanky do silážních prostor musí navazovat na práci řezačky. Píci lze z pole přivážet různými dopravními prostředky, například traktory s přívěsy a nákladními automobily. Ke zvýšení jejich kapacity se doporučuje namontovat na ně silážní nástavbu. Velmi důležité je, jakým způsobem se dostává řezanka do silážních prostor. Často se setkáváme s tím, že dopravní prostředek zajíždí dovnitř silážního žlabu a tam řezanku vysype. Zanáší se tím do konzervované hmoty mnoho nečistot a bakterií. Lepší je, když řidič vysype náklad na kraj žlabu a rozhrnovací prostředek naveze a rozveze hmotu tam, kde je to třeba (Loučka a Tyrolová, 2013). Odvoz hmoty od sklízecích řezaček je záležitostí automobilové dopravní techniky a traktorových souprav s patřičným objemem. Výkonná sklizňová technika při sklizni kukuřice na siláž vyžaduje také dostatečně výkonnou dopravu a následné naskladňování hmoty. V případě dopravních prostředků se využívají zejména ty s ložným objemem minimálně 25 až 30 m<sup>3</sup> a výše, velké podniky a podniky služeb využívají modely o objemu 35 až 60 m<sup>3</sup> (Javorek, 2013).

Stroje pro rozprostření a udusání hmoty

Naskladňování je záležitostí zejména výkonných teleskopických nakladačů s nosností na úrovni 4000 až 5500 kg s dosahem ramene 6 až 10 m a hydraulickými drapákovými vidlemi či lopatami o objemu 2 až 2,5 m<sup>3</sup>. Stále častěji se však setkáváme s novými modely výkonných kolových nakladačů o výkonu od 110 do 147 kW (150 až 200 k) i výše. Tato manipulační technika pracuje s velkoobjemovými lopatami o objemu 2,5 až 3,5 m<sup>3</sup> nebo speciálními hydraulicky rozkládatelnými

rozhrnovacími vidlemi (Obr. 12.). Populární jsou mj. pro svou vysokou vlastní hmotnost. Nesmíme zapomenout ani na výkonné kolové traktory s odpovídající manipulační technikou či dusacími prostředky, například válci tvořeny vagonovými koly (Obr. 13.) (Javorek, 2013).

#### Silážní prostory

Konstrukčně lze silážní prostory dělit na stavby a na prostory pro dočasné uskladnění siláží. Stabilní silážní stavby mohou být horizontální (žlaby) a vertikální (věže). Mezi silážní stavby patří i jímky a nádrže na silážní tekutiny. Vnitřní plochy silážních staveb musí být hladké, s kyselinovzdorným povrchem. Nátěry musí být zdravotně nezávadné, pravidelně kontrolované a obnovované (Loučka a Tyrolová, 2013).

Pro větší využití silážních žlabů pro silážování u nás hovoří především to, že jsou již postavené, a tudíž z velké části nezatížené odpisy. Proto je jejich provoz nejlevnější. Pokud by se žlaby měly stavět, stanou se rázem investicí velmi nákladnou a neekonomickou. Náklady na silážování v odpisově nezatíženém silážním žlabu jsou více než o polovinu nižší než u nově postaveného silážního prostoru (Loučka, 2011).

#### Věžové silo

Dnes méně častý způsob silážování měl u nás dříve velkou tradici, díky tuzemskému výrobcí ve Vítkovicích. V dnešní době se na trhu prosazuje firma Morkus Morava, dodávající tuto technologii z Finska (Obr. 14.). Věžové silo je stavba válcového průměru, ocelové konstrukce s povrchovou úpravou smaltováním. Součástí je systém pro naskladnění, který sestává z dávkovacího stolu a pneumatického dopravníku řezanky. Další nezbytnou součástí je vybírač hmoty pro vyskladnění. Dále je toto zařízení vybaveno bezpečnostními prvky – žebříky, manipulační a kontrolní lávky, obslužné a únikové prostupy. Dno věže musí být nepropustné a vybavené systémem pro odvod silážních šťáv do jímky (<http://www.morkus-morava.cz/sila-veze/senazni-a-silazni-veze>). Od výstavby věžových sil se u nás i v celé Evropě ustupuje z několika důvodů. Je to investičně nákladná technologie, nízká rychlost při naskladňování, vysoká poruchovost vybíračů siláží. Kromě toho bylo možné do věžových sil naskladňovat jen píci s poměrně malým rozpětím sušiny 30–45 %, protože u vlhčí píce v důsledku velké výšky vrstvy, a tudíž větší hmotnosti na jednotku plochy, dochází k vytěsňování většího množství silážních tekutin (Loučka, 2011).

#### Silážování do vaků

je mobilní technologie skladování kukuřice, a to prostřednictvím vakovacích lisů, které se dodávají v provedení s příčnými dávkovacími a lisovacími rotory, k nimž přichází hmota po příjmovém dopravníku. Pro ukládání kukuřice se používají vaky zpravidla o průměru 3 m a délkách 45 až 75 m s kapacitou na úrovni asi 180 až 340



tun. Existují také vaky o průměru 3,3 a 3,6 m nebo menší o průměru asi 1,9; 2,4 nebo 2,7 metru (Javorek 2013). Vaky jsou nabízeny v širokém spektru průměrů a délek, pro průměry 1,5 m, 1,9 m, 2,4 m, 2,7 m a 3,0 m, s délkami 45 m, 60 m a 75 m, o síle 0,212 mm až 0,240 mm. K vakům lze zakoupit odvětrávací ventily a hermetické uzávěry Poly-Fastener nebo speciální uzavírací lišty Masterseal. Spodní díl lišty se položí pod vak, shora se na fólii položí druhý díl, který se pomocí speciálního válečku zatlačí do drážky tvořené spodní lištou. Vzniklé spojení neumožňuje průchod vzduchu do vaku, ani ven (Loučka a Tyrolová, 2013). Pro plnění silážních vaků se používá silážní lis (Obr. 15.).

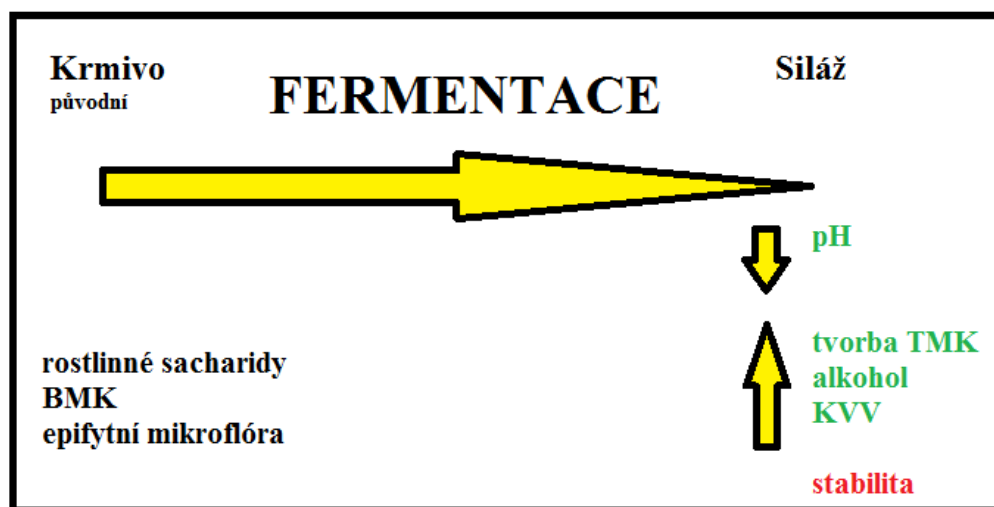
### **2.3.3 Biochemické procesy při silážování**

Vlastní fermentační proces probíhá s rozdílnou mikrobiální intenzitou v závislosti na obsahu a složení sušiny, zejména na obsahu vodorozpustných sacharidů, intenzitě dusání, okolní teplotě, délce řezanky a přídavku silážního aditiva. Fermentační proces je rozdělen do čtyř fází, které na sebe navzájem bez výrazných přechodů navazují:

1. aerobní fáze
2. hlavní fermentační fáze
3. stabilizační fáze
4. fáze zkrmování

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 a kol., 2012). Kukuřičná siláž vzniká fermentací vodorozpustných sacharidů obsažených v silážní biomase kukuřice za anaerobních podmínek. Fermentačním procesem dochází ke vzniku organických kyselin, zejména kyseliny mléčné a octové. Současně vzniká i minoritní množství alkoholu. Fermentací sacharidů a produkcí kyseliny mléčné dochází již na začátku fermentace ke snížení hodnoty pH, která se pohybuje u kukuřičných siláží v rozmezí 3,7 – 4,4.

Schéma č. 3: Zjednodušené schéma fermentačního procesu:



(Zimolka a kol., 2008)

Jednotlivé fáze fermentace:

#### 1. Fáze – Aerobní

Aerobní fáze začíná po posečení a končí po udusání a zakrytí silážního prostoru. Od začátku probíhá hydrolytický rozklad vodorozpustných sacharidů a proteolýza. Spotřebovává se  $O_2$ , vzniká  $CO_2$ ,  $H_2O$ , a teplo. Teplota nad  $30^\circ C$  způsobuje nutriční ztráty, nad  $40^\circ C$  nevratné změny bílkovin, dochází ke ztrátám energie.



Rozklad sacharidů je závislý na koncentraci  $O_2$ , složení a aktivitě epifytní mikroflóry, teplotě a délce trvání respirační fáze. Vytváření anaerobního prostředí způsobuje zánik aerobních mikroorganismů, současně je nutný rychlý pokles pH ( $6,0 - 6,6 \rightarrow 5,5 - 5,0$ ), jinak hrozí rozvoj klostridií, enterobakterií a dalších nežádoucích mikroorganismů (Doležal a kol., 2012). Výroba siláže zahrnuje složitý biochemický proces, kde je kyslík ( $O_2$ ) rychle spotřebován v rámci uzavřeného prostředí, což vede k fermentaci a stabilnímu uschování biomasy (Sun a kol., 2015). Dále dochází již k částečné fermentaci za vzniku kyseliny mravenčí, octové a mléčné. Řízenou fermentací bakterií mléčného kvašení, při použití inokulantů, dojde ke snížení pH pod hodnotu 5,0 již v této fázi, tím jsou inhibovány nežádoucí mikroorganismy, například enterobakterie.

Samotná doba aerobní fáze je určena důkladným udusáním a zamezením dalšího přístupu vzduchu, ale i při důkladném udusání je ve hmotě určité množství vzduchu, to souvisí s vyšší sušinou, případně s větší délkou řezanky. Enzymy (amylázy, hemicelulázy) se uvolní mechanickým narušením rostlinných pletiv a rozkladem polysacharidů na jednodušší sacharidy podporují fermentaci. Dobíhající dýchání, odumírání rostlinných buněk a tvorba oxidu uhličitého snižuje koncentraci kyslíku ve

hmotě, až do úplného spotřebování. Doba trvání aerobní fáze je různě dlouhá, ale je nutné aby byla co nejkratší (Doležal a kol., 2012).

### 2. Fáze – Hlavní fermentační fáze

Silážní proces je založen na principu zachování anaerobních podmínek a podpoře růstu bakterií mléčného kvašení (Richard a kol., 2007). Hlavní fermentační fáze bezprostředně navazuje na aerobní fázi. Nastává silné pomnožení populace bakterií mléčného kvašení, hlavně pomale rostoucích a citlivějších kmenů (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*).

Začíná intenzivní tvorba kyseliny mléčné a rychlé tvoření anaerobiózy. Pokles hodnoty pH pod 5,0, respektive až na hodnotu 4,2, způsobí zánik klostridiálních enzymů. Dále dochází k rozpadu buněk, zpřístupnění buněčného obsahu a tím k uvolnění rostlinných enzymů pro štěpení sacharidů a rozklad bílkovin. Při nižší sušině hmoty dojde k uvolnění šťávy a redukci nežádoucí konkurenční mikroflóry (enterobakterie, kvasinky, plísně, klostridie).

Bakterie mléčného kvašení, pomnožené až na hodnoty více jak 1 mil. cfu.g<sup>-1</sup> hmoty, nahrazují aktivitu původní epifytní mikroflóry, přítomných na rostlinách s intenzivní produkcí kyseliny mléčné, octové (Doležal a kol., 2012). Přirozená fermentace, která je těmito bakteriemi podporována, snižuje pH na úroveň, při které je růst nežádoucích mikroorganismů (včetně plísní) inhibován (Richard a kol., 2007). Tímto se zkracuje doba fermentačního procesu, ta trvá 1 – 3 týdny (10 až 30 dnů). Po ukončení fermentace se hodnota pH pohybuje okolo 4,0 – 4,2 a bakterie mléčného kvašení postupně zanikají. Je vytvořeno stabilní kyselé prostředí s nízkým pH a vysokou koncentrací konzervující kyseliny mléčné, což inhibuje růst nežádoucí mikroflóry (Doležal a kol., 2012).

### 3. Fáze – Stabilizační

Nedodržení správných postupů silážování může vést k rozvoji nežádoucích organismů (houby rodu *Aspergillus*, *Penicillium* a *Fusarium*) a snížení nutriční hodnoty krmiva (Keller a kol., 2013; Cheli a kol., 2013). Cílem v této fázi je zajistit stabilitu silážní hmoty. Postupně dochází ke zpomalení procesů štěpení hemicelulózy a enzymatického uvolnění zbytkových sacharidů k dokvašení, a k zpomalení poklesu pH. I při takto nízkém pH, vzhledem k přítomnosti reziduálního vzduchu, mohou ve hmotě přežívat kvasinky a plísně, které následně poškodí kvalitu siláže, je proto nezbytné zabránit mikrobiální respiraci a infiltraci kyslíku a srážkové vody do silážního prostoru dokonalým uzavřením. Doba zrání siláže, pokud dojde k inhibici, se prodlužuje na 7-8 týdnů, pokud použijeme inokulanty, lze ji zkrátit na 3 – 5 týdnů (Doležal a kol., 2012). Kukuřičná siláž je hlavním zdrojem vlákniny v krmivu pro dojnice v Evropě a ve

Spojených státech, ale její aerobní nestabilita by mohla snížit nutriční hodnotu (Wilkinson a Davies, 2013).

#### 4. Fáze – Po otevření a při zkrmování

Pokud má vzduch masivní přístup do hmoty, dochází ke ztrátám sušiny, organických živin a energie. Oxidací rozpustných živin vzniká  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  a teplo. Zahřívání siláže po otevření je znakem nízké stability a vysoké mikrobiální aktivity. Pomnožené aerobní mikroorganismy tvoří toxiny, dochází k degradaci a k snížení stravitelnosti organických živin. Proto je nutno odkrývat vždy jen takové množství siláže, které se tentýž den odebere (Doležal a kol., 2012).

### 2.3.4 Aditiva

Silážní přípravky lze dělit podle:

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

Biologické silážní přípravky – Inokulanty (přípravky fermentaci stimulující)

Hlavním úkolem bakterií v silážních inokulantech je fermentovat monosacharidy, disacharidy a oligosacharidy za tvorby kyseliny mléčné. V poslední době se dává čím dál větší význam také určité produkci kyseliny octové, která zvyšuje aerobní stabilitu siláže po otevření sila. Některé BMK mají také detoxikační účinky na mykotoxiny. Konečně siláž je do určité míry také zdrojem živých mikroorganismů, a proto může být považována za eventuální zdroj probiotických mikroorganismů. Mezi méně prokázané, nebo sporné účinky inokulantů patří redukce ztrát živin v silu (která snad funguje při homofermentativním mléčném kvašení) a zlepšení stravitelnosti potravy, hlavně vlákniny (Muck, 2000). Inokulanty fungují na principu rychlého vytvoření potřebné kyselosti v konzervované hmotě biologickou cestou. Působením bakterií a enzymů, nejlépe za anaerobních podmínek, se vodorozpustné sacharidy mění až na organické kyseliny, především na kyselinu mléčnou a octovou. Některé inokulanty obsahují kromě bakterií ještě enzymy, které mají za úkol zpřístupnit bakteriím některé uhlohydráty. Účinnost enzymů je omezena pouze na určité rozmezí pH siláže, pokud se pro ten který enzym vytvoří nižší pH než optimální, potom je enzym neúčinný (Loučka a Tyrolová, 2013). Probiotika jsou specifické kmeny mikroorganismů, které, pokud jsou podávány člověku nebo zvířatům ve správném množství, mají příznivý vliv na zlepšení zdravotního stavu nebo na snížení rizika onemocnění. Použití silážní

očkovací látky – aditiva může zlepšit kvalitu siláže. Lepší siláž znamená lepší hygienu a proto lze očekávat zlepšení užitkovosti zvířat (Aragón, 2012). V rámci řízené fermentace lze použít aditiva obsahující vyselektované kmeny heterofermentativních mléčných bakterií (*Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus brevis*, *Propionium bacterium shermani*), které rostou i při nižší hodnotě pH a jsou schopné produkovat vyšší podíl acetátu, popř. 1,2 propandiolu s významným antifungálním účinkem (Doležal a kol., 2012). Jako silážní inokulanty se používají především bakterie mléčného kvašení. Původně byly tyto organizmy selektovány z epifytní mikroflóry, později také z jiných zdrojů, jako jsou sýry a bachorová mikroflóra. Vhodné kmeny by měly splňovat řadu požadavků, které se postupně upřesňují (Starling a Whittenbury, 1963; Sharp a kol., 1992; Kalač, 2009):

- musí mít schopnost rychle růst v silážované hmotě a stát se dominantními,
- měly by být homofermentativní, v poslední době se však stále více používají i heterofermentativní bakterie mléčného kvašení,
- tvoří kyselinu mléčnou (hlavní konzervační látka) a popř. kyselinu octovou (zvyšuje aerobní stabilitu),
- musí dobře snášet nízké pH (~4,0),
- musí zkvašovat zejména glukosu, fruktosu a sacharosu, popř. další oligosacharidy,
- nesmí dále utilizovat a pozměňovat přítomné organické kyseliny,
- jsou pro zvířata zdravotně nezávadná (Rada a Vlková, 2010).

Chemické silážní přípravky – Konzervanty (inhibující fermentaci, nebo aerobní degradaci)

Chemické konzervanty fungují na několika principech:

- ✓ Snížení kyselosti silážovaného materiálu vně bakteriální buňky.
- ✓ Snížení kyselosti uvnitř bakteriální buňky (*tento typ převládá*).
- ✓ Potlačení nežádoucích bakterií s využitím jejich schopností reagovat na přítomnost dusitanů a dusičnanů v píci.
- ✓ Omezení degradace hotové siláže působením nežádoucích aerobních bakterií, kvasinek a plísní.

Nízké dávky kyselin bývají neúčinné, mohou být naopak zdrojem živin pro bakterie, příliš vysoké dávky kyselin neúměrně zvyšují náklady na konzervaci, nehledě na možný negativní vliv na příjem krmiva zvířaty (Loučka a Tyrolová, 2013). Dostupné chemické preparáty jsou zpravidla odvozeny od kyseliny mravenčí, propionové a jejich solí, které se vyznačují dostatečným antimikrobiálním účinkem. Kyselina mravenčí je nejpoužívanější organickou kyselinou pro konzervační účely. Je přírodní látkou, která vedle kyseliny octové vzniká jako fermentační produkt v první fázi kvasného procesu jednak bakteriemi mléčného kvašení, enterobakteriemi, ale také z kyseliny citronové,

zejména při pomalé acidifikaci hmoty. V hotových silážích se vyskytuje pouze v desetínách nebo setínách %. Při správném dávkování kyseliny mravenčí dochází k účinné inhibici nežádoucí mikroflóry. Pokud dojde k předávkování (k překročení molární koncentrace účinné látky), nastane i inhibice činnosti bakterií mléčného kvašení. Kyselina propionová je konzervačně (v anaerobním prostředí) méně výrazná než kyselina mravenčí. Je látkou se silnými *antifungálními* účinky, která potlačuje aktivitu kvasinek a plísní, což se pozitivně projevuje na zvýšení stability siláží (Doležal a kol., 2012).

#### Kombinované silážní přípravky

Kombinované silážní přípravky vzniknou smícháním bakterií a solí kyseliny sorbové nebo benzoové, existují i přípravky, kde jsou kromě těchto dvou komponentů i enzymy. Důvodem použití kombinovaného přípravku je většinou jeho dvojitý účinek, tedy pozitivní vliv na průběh fermentace i stabilitu siláže. Přežití bakterií mléčného kvašení (LAB), především tedy kmenů *Lactobacillus plantarum*, po naředění vodou, záleží na době inkubace, koncentraci soli a teplotě (Loučka a Tyrolová, 2013).

Tab. 11.: Neřízená fermentace zvyšuje ztráty a snižuje příjem krmiva zvířaty

Charakteristika procesu	kvasného	Ztráta sušiny %	Ztráta energie %	Příjem krmiva zvířaty Index %
Pouze mléčné kvašení				
Nepatrné octové kvašení		5 - 10	8 - 15	100
Žádné máselné kvašení				
Převážně mléčné kvašení				
Nepatrné octové kvašení		8 - 12	12 - 18	80
Slabé máselné kvašení				
Potlačované mléčné kvašení				
Silné octové kvašení		10 - 15	16 - 23	60
Střední máselné kvašení				
Nepatrné mléčné kvašení				
Silné octové kvašení		12 - 16	20 - 30	30
Silné máselné kvašení				
Slabé mléčné kvašení				
Silné octové kvašení		15 - 20	25 - 20	10
Silné máselné kvašení				
Silné odbourávání bílkovin				

Srovnání výhod a nevýhod inokulantů a chemických konzervantů:

Výhody inokulantů: Jsou bio, jsou levné, jednoduše se aplikují, mají výbornou logistiku, jsou účinné hlavně na hranici optima, umožňují různé kombinace bakteriálních kmenů a enzymů.

Nevýhody inokulantů: Mají nízkou účinnost při nízké sušině (pod 25 %) a nízkém obsahu cukrů, mezi bakteriemi mohou vznikat konkurenční boje (zejména mezi epifytními a přidanými), bakterie mají omezenou životaschopnost, nelze je, zejména po otevření obalu, dlouho skladovat, po přípravě roztoku nebo otevření pytle (u granulí) mají omezenou stabilitu.

Výhody chemických konzervantů: v podmínkách extrémních hodnot sušiny nebo nedostatku vodorozpustných cukrů jsou většinou účinnější než biologické, rychle sníží pH, redukují růst nežádoucích mikroflóry, jejich aplikace je jednoduchá, mají dlouhou dobu použití a skladování.

Nevýhody chemických konzervantů: jsou dražší, je třeba více dbát na bezpečnost práce, je s nimi obtížnější manipulace a mají obtížnější logistiku (Loučka a Tyrolová, 2013).

### **2.3.5 Hlavní zásady pro vyskladňování**

Otevřením sila kvůli odběru siláže dochází k provzdušňování a v důsledku toho k druhotné fermentaci. Velmi rychle se obnovují rozkladné procesy, nastává růst kvasinek a plísní. Tyto mikroorganismy oxidují konzervační kyseliny, přítomné v siláži. Dochází k vzestupu hodnoty pH siláže a tím ke ztrátě konzervačního účinku kyselého prostředí. Při odběru krmiva je třeba omezit působení vzduchu, především tedy minimalizovat plochu odebírané hmoty. Plocha řezu musí být hladká, je třeba se vyvarovat vytrhávání hmoty a tím jejímu načechrávání. Mělo by být odebíráno jen potřebné denní množství siláže, meziskladování je nevhodné (Třináctý a kol., 2013). Hloubka denně odebírané vrstvy siláže by neměla být menší než 30 cm (Jakobe a kol., 1987). Rychlost a rozsah změn vlivem sekundární fermentace závisí mimo jiné na také na okolní teplotě. K největším ztrátám dochází při teplotách nad 30°C, při kterých jsou mikrobiální procesy nejintenzivnější (Skládanka a kol., 2011).

### 2.3.6 Hodnocení a zkrmování kukuřičné siláže

Zcela jistě nejlepším znakem kvalitní siláže je následná efektivní produkce mléka a dobré přírůstky živé váhy krmených zvířat. Protože však produkční užitkovost hospodářských zvířat je výsledkem mnoha dalších faktorů, je třeba kvalitu siláže hodnotit pomocí buď organoleptických nebo lépe s použitím rutinních laboratorních testů (Rada a Vlková, 2010). Nutriční hodnocení kukuřice pro krmení dojnic se provádí v rámci akademických a komerčních agronomických přímých testování výkonnosti kukuřičného hybridu na pokusných políčkách a poté během procesu výpočtu krmných dávek pro následné krmení. Na univerzitě ve Wisconsinu byl vyvinut systém MILK 2006 pro siláže celé rostliny kukuřice. Tyto laboratorní analýzy zahrnují sušinu, protein, neutrálně detergentní vlákninu (NDF), obsah škrobu a bachorovou *in vitro* stravitelnost NDF. Index kvality, produkce mléka na tunu sušiny, se vypočítá podle energetických hodnot odhadnutých pomocí souhrnných energetických rovnic, kombinovaných s odhady příjmu sušiny, které vychází z obsahu NDF a *in vitro* stravitelné NDF. V ČR se v současnosti využívá systém NORMA 2004. Hodnocení siláží podle tohoto systému vychází z obsahu sušiny, vybraných živin (vlákniny a dusíkatých látek) a výsledku fermentačního procesu (smyslové posouzení, stupeň proteolýzy a obsah kyseliny máselné). Na základě výsledků laboratorního rozboru může získat siláž maximálně 100 bodů, z toho za sušinu 20 bodů, za vlákninu 30 bodů, za dusíkaté látky 20 bodů a za fermentační proces 30 bodů. Při nedodržení kvalitativních ukazatelů jsou pak podle tabulkových hodnot prováděny srážky v bodech. Systém bodového hodnocení krmiva se také dá uplatnit i při finančním ohodnocení krmiv (Třináctý a kol., 2013).



Tab. 12.: Laboratorní analýza ideální siláže

Parametr	Ideální hodnota
Sušina (g/kg)	300 - 350
pH	4,0 – 4,2
Popeloviny (g/kg sušiny)	< 80
Hrubý protein (g/kg sušiny)	150 - 170
Kyselina mléčná (g/kg sušiny)	100 - 150
Kyselina octová (g/kg sušiny)	20 - 30
Kyselina máselná (g/kg sušiny)	0
Etanol (g/kg sušiny)	< 10
ME (MJ/kg sušiny)	> 11
Amonný dusík (g/kg celkového dusíku)	< 50
Aminokyselinový dusík (g/kg celkového rozpustného dusíku)	> 700

(Wilkinson, 2005)

Výskyt plísní v kukuřičné siláži lze považovat za indikátor technologických nedostatků při výrobě, skladování nebo odebírání tohoto krmiva. Plísně, popřípadě jejich toxiny (mykotoxiny), představují nejčastější riziko vzniku dietetických poruch u dojnic, včetně negativních dopadů na kvalitu mléka (Třináctý a kol., 2013). Patogenní houby napadají rostlinná pletiva již v průběhu vegetace. V této souvislosti hovoříme o primární kontaminaci. Z primárních kontaminantů se v pícech uplatňují především patogenní druhy z rodu *Fusarium*. Při konzervaci krmiv může docházet k následné infekci, rozvoji patogenních hub a produkci mykotoxinů, a to po celé období od přípravy, naskladnění silážní hmoty, při vlastním technologickém postupu konzervace, ale i při otevření siláží pro krmné účely. V tomto případě hovoříme o sekundární kontaminaci, na které se podílí především rody *Penicillium* a *Aspergillus*. V průběhu silážování na produkci mykotoxinů a jejich druhovém složení má význam především přítomnost kyslíku. V krmivech rostlinné provenience jsou nejčastěji diagnostikovány toxikogenní houby z rodu *Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Ceratocystis*, *Fusicoccum*, *Helminthosporium*,

*Rhynchosporium* a *Stachybotrys*. Mezi nejfrekventovanější mykotoxiny v pícech a konzervovaných krmivech patří aflatoxiny, fumonisiny, ochratoxin A, paulin, roquefortin C, zearalenon a mykotoxiny patřící do skupiny trichothecenů (DON a T-2

toxin). V našich podmínkách jako nejfrekventovanější mykotoxiny byly zachyceny DON, T-2 toxin, zearalenon, fumonisiny, případně aflatoxiny, jako kontaminanty vzniklé již před konzervačním procesem (Doležal a kol., 2012). Mykotoxikózy jsou intoxikace zvířat způsobené sekundárními metabolity toxinogenních druhů plísní – mykotoxiny. Kontaminovaná krmiva jsou jen v lepším případě podmíněně zkrmitelná, častěji však nezkrmitelná. Přežvýkavci mají díky větší puřovací schopnosti a aktivitě bachorové mikroflóry určitou schopnost redukovat, a tím i tolerovat vyšší hladiny mykotoxinů, zejména zearalenonu a ochratoxinu. Bachorové mikroorganismy mohou částečně metabolizovat (degradovat) tyto toxiny na neškodné netoxické metabolity. Mykotoxiny u přežvýkavců snižují v bachoru produkci těkavých mastných kyselin, negativně ovlivňují produkci mléka, konverzi krmiv a vlivem poruchy metabolismu inhibují i proteosyntézu, metabolismus lipidů a zvyšují aborty u plemenic. Při zkrmování plesnivých krmiv je patrný negativní efekt zejména na oslabení imunitního systému, onemocnění pohybového aparátu a také zhoršeném využití živin (Zimolka a kol., 2008).

Kukuřičná siláž je nejvýznamnější sacharidové krmivo, které sehrává důležitou stabilizační úlohu v krmné dávce skotu, neboť často tvoří až 50% podíl sušiny krmné dávky. Obvyklé množství kukuřičné siláže v krmných dávkách dojnic se pohybuje zpravidla v množství 15 kg. Kukuřičné siláže představují nejlevnější energetické objemné krmivo pro krmení přežvýkavců, ve srovnání s ekonomicky náročnějším systémem výroby např. GPS (Ganz Pflanzen Schrott) obilovin nebo krmných okopanin. Kvalitní kukuřičná siláž o sušině 28 – 35 % může být významným zdrojem živin v krmné dávce dojnic až na produkci 15 – 20 kg FCM při současném příznivém ovlivnění příjmu sušiny. Podmínkou je ale jejich vysoká nutriční hodnota (Třináctý a kol., 2013).

### 3. ZÁVĚR

Bakalářská práce shrnuje problematiku konzervace kukuřice podle informací dostupných z odborné literatury, tisku, internetu a z učebních textů.

Siláž celých rostlin kukuřice má ve výživě skotu velký význam. Dalo by se říci, že v moderním zemědělském podniku je kukuřičná siláž páteří krmivové základny. Řízení procesu silážování spočívá v optimálním způsobu organizování vstupů tak, aby poskytovalo maximum produkce v požadované kvalitě s vynaložením co možná nejnižších nákladů, tedy aby bylo dosaženo co nejvyšší efektivity i přes působení mnoha různých vlivů (např. půdní a klimatické, tržní a ekonomické, dotace, legislativa, místní zvyklosti). I když kukuřice setá (*Zea mays*) patří ke snadno silážovatelným plodinám, tak díky různým chybám, které se stále při výrobě siláží vyskytují, výsledky nejsou vždy optimální. Metodika silážování pro praxi stanoví správné zásady pro výrobu kvalitních, nutričně hodnotných a zdravotně nezávadných siláží. Patří do ní již výběr optimálního hybridu, vhodná agrotechnická opatření při pěstování, sestavení funkční a efektivní silážní linky, výběr a aplikace aditiva, správné vrstvení a dusání hmoty a zodpovědné zacházení s hotovým krmivem, včetně sestavení krmné dávky.

Závěrem je třeba zdůraznit, že odpovědný manager a jemu podřízení pracovníci za relativně krátkou dobu sklizně, v řádu několika týdnů, ovlivňují produkci živočišné výroby po celý následující rok.

## 4. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. ARAGÓN Y.A. (2012),: The Use of Probiotic Strains as Silage Inoculants, Probiotic in Animals, Edited by Rigobelo E.C. ISBN 978-953-51-0777-4, 284 pages, Publisher: InTech, Chapters published October 03, 2012 OI:10.5772/3319
2. ČERVINKA J. (2009): Ústav zemědělské, potravinářské a environmentální techniky AF, MZLU v Brně, Krmivářství 1/2009, 20-24, Profi Press
3. DIVIŠ J., (2010): Jihočeská univerzita v Českých budějovicích, Zemědělská fakulta: Pěstování rostlin – učební texty
4. DOLEŽAL, P. (2012): Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat. Olomouc: Petr Baštan, ISBN 978-80-87091-33-3.
5. DUNIÈRE L., J. SINDOU, F. CHAUCHEYRAS-DURAND, I. CHEVALLIER, D. THÉVENOT-SERGENTET (2013): Silage processing and strategies to prevent persistence of undesirable microorganisms. Animal Feed Science and Technology, 182 (1–4) pp. 1–15.
6. ELFRINK SJWHO, FRANK D, JAN GC, SIERK SF. (2000): Silage Fermentation Processes and Their Manipulation. In FAO Electronic Conference on Tropical Silage, Edition Netherlands: Food Agricultural Organization 2000; 1-28.
7. FILYA I, ASHBELL G, HEN Y, WEINBERG ZG. (2000): The effect of bacterial inoculants on the fermentation and aerobic stability of whole crop wheat silage. Animal Feed Science and Technology 2000; 88: 39-46.
8. FRÍD M. (2015): Jihočeská univerzita v Českých budějovicích, Zemědělská fakulta: Mechanizace zemědělství – učební texty
9. HARSHBERGER J. W. (1893): Maize: a Botanical and Economic study. Contribution of Botanical Laboratory University of Pennsylvania. Vol 1, 75 s
10. HEŘMÁNEK P., SKOKANOVÁ M. (2001): ČZU, TF, KZS , Jak na sklizeň píče – sklízecí řezačkou?, Mechanizace zemědělství 5/2001

11. HOLZER M., MAYRHUBER E., DANNER H., BRAUN R. (2003): The role of *Lactobacillus buchneri* in forage preservation. *Trends Biotechnol.* 21, 282–287.
12. CHELI F., A. CAMPAGNOLI, V. DELL'ORTO (2013): Fungal populations and mycotoxins in silages: From occurrence to analysis. *Animal Feed Science and Technology*, 183 (1 – 2) , pp. 1–16.
13. JAKOBE P. (ed.), (1987): *Konzervace krmiv.* Praha, ČR. 264p.
14. JAVOREK F. (2013): *Samojízdná řezačka, základ celé linky*, Zemědělec 2013, Profi Press
15. JUGENHEIMER R.W. (1976): *Corn improvement, seedproduction, and Uses.* New York, J. Wiley.
16. KAČICOVÁ L.(2010): *KWS Osiva, Krmivářství 2/2010*, 30-31, Profi Press
17. KELLER L.A.M., M.L. GONZÁLEZ PEREYRA, K.M. KELLER, V.A. ALONSO, A.A. OLIVEIRA (2013): Fungal and mycotoxins contamination in corn silage: Monitoring risk before and after fermentation. *Journal of Stored Products Research*, 52 pp. 42–47.
18. KLOCKE M., MUNDT K., IDLER C., MCENIRY J., O'KIELY P., BARTH S. (2006): Monitoring *Lactobacillus plantarum* in grass silages with the aid of 16S rDNA-based quantitative real-time PCR assays. *Syst. Appl. Microbiol.* 29, 49–58
19. KOCOUREK F., ŘÍHA K. (2006): Toxigenic micromycetes and their mycotoxins in grains of transgenic Bt-maize hybrid and nontransgenic hybrids. -In: Romeis J. & Meissle M. [eds.], *IOBC/WPRS Bulletin., GMOs in Integrated Plant Production*, 29(5): 159-164, ISBN: 92-9067-188-0.
20. KUNG, L. JR., LIM, J.L., HUDSON, D.J., SMITH, J.M., JOERGER, R.D. (2015): Chemical composition and nutritive value of cornsilage harvested in the northeastern United States after Tropical Storm Irene. *J Dairy Sci.*, 2015 Mar;98(3):2055-62. doi: 10.3168/jds.2014-8621. Epub 2014 Dec 18.

21. LOUČKA R., (2012): Od řezanky po dokonalou izolaci hmoty. Zemědělec, 14, 13 – 16
22. LOUČKA R., TYROLOVÁ Y. (2013): Správná praxe při silážování kukuřice výzkumný ústav živočišné výroby, Praha Uhřetěves, 2013, certifikovaná metodika, ISBN 978-80-7403-119-9
23. MA B.L. a Dwyer L.M. (1998): Nitrogen uptake and use of two contrasting maize hybrids differing in leaf senescence. Plant and Soil, 199, 283-291
24. MARI L.D.S., S.C. VALADARES FILHO, E. DETMANN, O.G. PEREIRA, L.G.R. PEREIRA, M.I. MARCONDES, S.A. SANTOS, F.A.C. VILLADIEGO, D. ZANETTI, L.F. PRADOS, A.N. NUNES (2013): Intake and ruminal digestion determined using omasal and reticular digesta samples in cattle fed diets containing sugar cane in natura or ensiled sugar cane compared with maize silage. Livestock Science 155, pp. 71–76
25. MATHIES E., (2002): Der natürliche Weg zu höheren Futterwertern. Erfolg im Stall, 1,2 - 4
26. MITRÍK T. (2007): Silážování ilustrovaná příručka silážování pro prax. FeedLab s.r.o. 2007. ISBN 80-969467-0-6
27. MITRÍK T., Vajda V. (2008): Objemná krmiva. FeedLab s.r.o. 2008. ISBN 978-80-969658-1-6
28. MUCK R., (2000): Inoculants for corn silage. Focus on Forage 2, 1-3, ([http://www.uwex.edu/ces/crops/uwforage/Inoculating\\_Corn\\_Silage.htm](http://www.uwex.edu/ces/crops/uwforage/Inoculating_Corn_Silage.htm)), 2000
29. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (2001): Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC; 2001
30. NOVOTNÝ J., (2005): Nepodceňujte termín sklizně kukuřice na siláž [seriál online]. Available from [http://www.old.pioneer-osiva.cz/seminar05\\_domasov4.php?tisk=true](http://www.old.pioneer-osiva.cz/seminar05_domasov4.php?tisk=true) (accessed 2005)

31. PEYRAT J., R. BAUMONT, A. LE MORVAN, P. NOZIÈRE (2016): Effect of maturity and hybrid on ruminal and intestinal digestion of corn silage in dry cows, *Journal of Dairy Science*, Volume 99, Issue 1, January 2016, Pages 258-268. ISSN 0022-0302
32. POVOLNÝ M., (2012): ÚKZÚZ – Národní odrůdový ústav, *Náš chov* 11/2012, 54-56, Profi Press
33. POVOLNÝ M., (2015), ÚKZÚZ – Národní odrůdový ústav, *Krmivářství* 1/2015, 24-25, Profi Press
34. RADA V., Vlková E., (2010): VÚŽV – Vědecký výbor výživy zvířat, *Silážní inokulanty*, ISBN- 978-80-7403-069-7
35. RICHARD E., N. HEUTTE, L. SAGE, D. POTTIER, V. BOUCHARTE, P. LEBAILLY, (2007): Toxigenic fungi and mycotoxins in mature corn silage. *Food and Chemical Toxicology*, 45 (2) , pp. 2420–2425.
36. RICHTER, R. (2004): Multimedialni učebni texty z výživy rostlin dostupne na [hp://www.af.mendelu.cz/prezentace/index](http://www.af.mendelu.cz/prezentace/index)
37. ROMAGNOLO D., POLAND C.E., BARBEAU W.E., (1994): Electrophoretic analysis of ruminal degradability of corn proteins. *Journal of Dairy Science*, 77, 1093-1099
38. SKLADANKA J., (1996): Multimedialni učebni texty picninařství dostupne na [www.af.mendelu.cz/external/prezentace/picniny/utext/sklady.php?odkaz=kukurice.html](http://www.af.mendelu.cz/external/prezentace/picniny/utext/sklady.php?odkaz=kukurice.html)
39. SKLÁDANKA J., DOLEŽAL P., VYSKOČIL I., (2011): Kukuřičné siláže [seriál online] Available from [http://web2.mendelu.cz/af\\_222\\_multitext/picvk/index.php?N=10&I=1](http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/picvk/index.php?N=10&I=1)
40. SUN YURUI, MENGHUA LI, QIANG CHENG, KERSTIN H. JUNGBLUTH, CHRISTIAN MAACK, WOLFGANG BUESCHER, DAOKUN MA, HAIYANG ZHOU, HONG CHENG (2015): Tracking oxygen and temperature dynamics in maize silage- novel application of a Clark oxygen electrode. *Biosystems engineering* 139, pp. 60 -65

41. TAKÁČ O. (2012): Limagrain CZ: Fenomén kukuřice ve výživě hospodářských zvířat., *Náš chov* 11/2012, 41-42, Profi Press
42. TŘINÁCTÝ, J. (2013): Hodnocení krmiv pro dojnice. Vyd. 1. Pohořelice: AgroDigest, 2013. ISBN 978-80-260-2514-6.
43. VANĚK, V. a kol., (1999): Výživa a hnojení polních plodin, ovoce a zeleniny. ČZU. Praha.
44. WALSH K., P. O'KIELY, A.P. MOLONEY, T.M. BOLAND (2008): Intake, digestibility, rumen fermentation and performance of beef cattle fed diets based on whole-crop wheat or barley harvested at two cutting heights relative to maize silage or ad libitum concentrates. *Animal Feed Science and Technology* 144, pp. 257–278
45. WEISSBACH, F. & KUHLA, S. (1995): Stoffverluste bei der Bestimmung des Trocken massegehaltes von Silagen und Grunfuer: Entstehende Fehler und Moglichkeiten der Korrektur. *Ubers. Tierernahr.* 23, 189 – 214.
46. WILKINSON J.M. (2005): *Silage*. Chalcombe Publication, Lincol, UK, 254, 2005
47. WILKINSON, J.M., Davies, D.R. (2013): The aerobic stability of silage: key findings and recent developments. *Grass Forage Sci.* 68, 1–19
48. ZEMAN L., kol., (2006): *Výživa a krmení hospodářských zvířat*, Praha: Profi Press, 360 s.
49. ZIMOLKA, J. (2008): *Kukuřice: hlavní a alternativní užitkové směry*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2008. ISBN 978-80-86726-31-1.



## 5. INTERNETOVÉ ZDROJE

[www.botany.cz/cs/zea-mays/](http://www.botany.cz/cs/zea-mays/)

[www.en.wikipedia.org/wiki/Maize](http://www.en.wikipedia.org/wiki/Maize)

[www.uroda.cz/jak-dodat-kvalitu-vyslednemu-produktu/](http://www.uroda.cz/jak-dodat-kvalitu-vyslednemu-produktu/)

[www.volac.com/agros](http://www.volac.com/agros)

[www.vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup](http://www.vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup)

[www.eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/odrudy/](http://www.eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/odrudy/)

[www.avtoexport.cz/sk2,6.html](http://www.avtoexport.cz/sk2,6.html)

[www.af.mendelu.cz/external/prezentace/picniny/uctext](http://www.af.mendelu.cz/external/prezentace/picniny/uctext)

[www.http://kzt.zf.jcu.cz/wp-content/uploads/2015/12/6.6-%C5%98ezaC4%8Dky.pdf](http://www.http://kzt.zf.jcu.cz/wp-content/uploads/2015/12/6.6-%C5%98ezaC4%8Dky.pdf)

[www.fendt.com/de/15105.asp](http://www.fendt.com/de/15105.asp)

[www.zemedelec.cz/samojizdna-rezacka-zaklad-cele-linky/](http://www.zemedelec.cz/samojizdna-rezacka-zaklad-cele-linky/)

[www.morkus-morava.cz/sila-veze/senazni-a-silazni-veze](http://www.morkus-morava.cz/sila-veze/senazni-a-silazni-veze)

[www.agro.basf.cz/agroportal/cz/cs/crop\\_protection/atlas/pest\\_information\\_detailpage\\_1358.html](http://www.agro.basf.cz/agroportal/cz/cs/crop_protection/atlas/pest_information_detailpage_1358.html)

[www.eagri.cz/public/web/file/187896/dospolec\\_bazlivce\\_kukuricneho.jpg](http://www.eagri.cz/public/web/file/187896/dospolec_bazlivce_kukuricneho.jpg)

[www.delacon.eu](http://www.delacon.eu)

[www.biosimples.com/mais-bio.-zea-mais-gemmotherapie-pi-482](http://www.biosimples.com/mais-bio.-zea-mais-gemmotherapie-pi-482)

[www.retrofotr.cz/archiv/sklizen-kukurice-v-sedesatych-letech\\_404/#prettyphoto\[/\]/0/](http://www.retrofotr.cz/archiv/sklizen-kukurice-v-sedesatych-letech_404/#prettyphoto[/]/0/)

[www.zvagro.cz/katalog-zemedelske-techniky/senazni-lis-eb-3000s.php](http://www.zvagro.cz/katalog-zemedelske-techniky/senazni-lis-eb-3000s.php)

## 6. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1.: Silážování ve starém Egyptě.....	v příloze
Obr. 2.: Silážní kombajn SK-2,6 je tažen za pásovým traktorem DT-54.....	v příloze
Obr. 3.: 60.léta sklizeň kukuřice na siláž.....	v příloze
Obr. 4.: Kukuřice.....	str. 15
Obr. 5.: Popis jednotlivých částí rostliny kukuřice.....	str. 18
Obr. 6.: Růstové fáze kukuřice seté.....	str. 19
Obr. 7.: Zavíječ kukuřičný - <i>Ostrinia nubilalis</i> (houseska).....	v příloze
Obr. 8.: Bázlivec kukuřičný - <i>Diabrotica virgifera</i> .....	v příloze
Obr. 9.: Doporučený systém anaerobního zakrytí silážované hmoty.....	str. 37
Obr. 10.: Sklízecí řezačka.....	v příloze
Obr. 11.: Vkládací ústrojí, řezací ústrojí, UNI CRECKER, metač.....	str. 42
Obr. 12.: Rozvrstvení silážované hmoty.....	v příloze
Obr. 13.: Dusání silážované hmoty.....	v příloze
Obr. 14.: Věžové silo.....	v příloze
Obr. 15.: Silážní vakuovací lis.....	v příloze

## 7. SEZNAM TABULEK

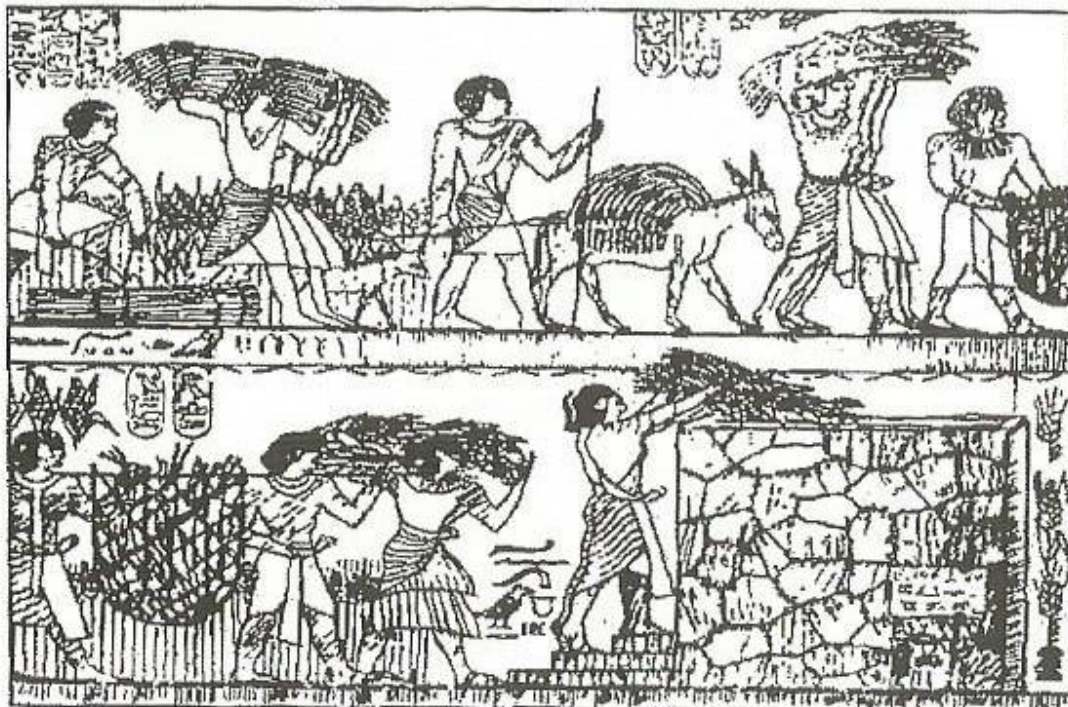
Tab. 1 Chemická skladba plodin.....	str. 12
Tab. 2 Orientační hodnoty počtu mikroorganismů.....	str. 13
Tab. 3 Stručná charakteristika růstových fází kukuřice dle stupnice BBCH.....	str. 19
Tab. 4 Stručná charakteristika růstových fází kukuřice dle stupnice DC.....	str. 20
Tab. 5 Osevní plochy zemědělských plodin v ČR (k 31.5.).....	str. 21
Tab. 6 Výživářské srovnání způsobů sklizně kukuřice.....	str. 22
Tab. 7 Skupiny hybridů podle ranosti a směru využití.....	str. 29
Tab. 8 Hlavní sledované znaky hybridů kukuřice na siláž.....	str. 30
Tab. 9 Vliv vegetační fáze na koncentraci energie.....	str. 33
Tab. 10 Teplotní požadavky hybridů s rozdílným číslem FAO.....	str. 34
Tab. 11.: Neřízená fermentace zvyšuje ztráty a snižuje příjem krmiva zvířaty.....	str. 50
Tab. 12.: Laboratorní analýza ideální siláže.....	str. 52
Tab. 13.: Krmné dávky pro jednotlivé skupiny dojnic.....	str. 55

## 8. SEZNAM SCHÉMAT

Schéma č.1: Význam živin v objemných krmivech.....	str. 23
Schéma č. 2: Jednotlivé fáze procesu silážování.....	str. 32
Schéma č. 3: Zjednodušené schéma fermentačního procesu.....	str. 45

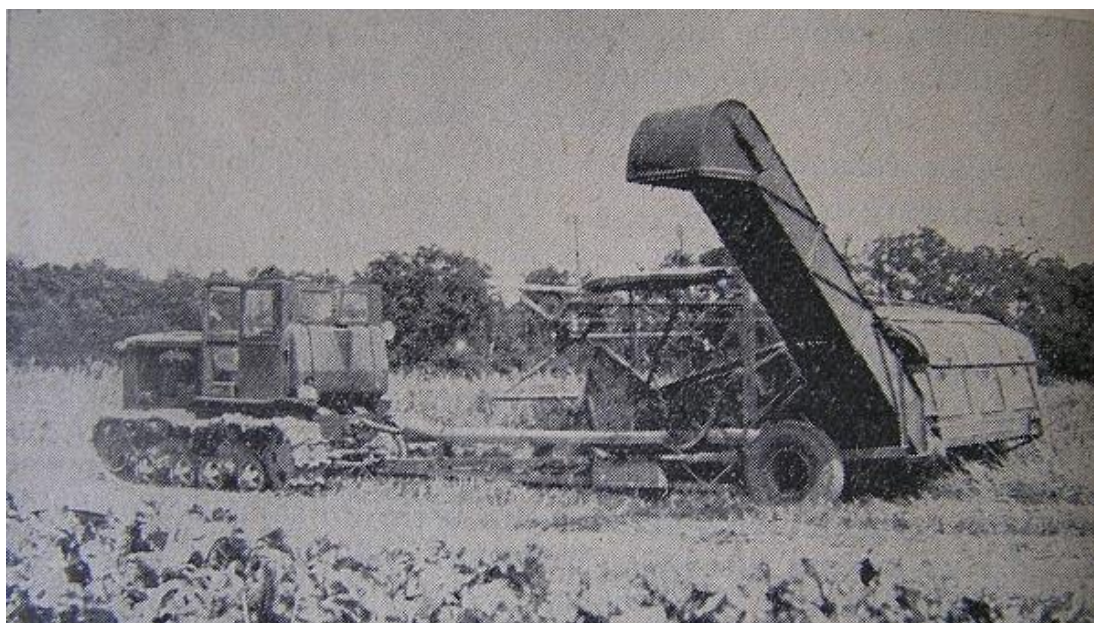
## 9. PŘÍLOHY

Obr. 1.: Silážování ve starém Egyptě



(Mitrik 2006)

Obr. 2.: Silážní kombajn SK-2,6 je tažen za pásovým traktorem DT-54



[www.avtoexport.cz](http://www.avtoexport.cz)

Obr. 3.: 60. léta sklizeň kukuřice na siláž



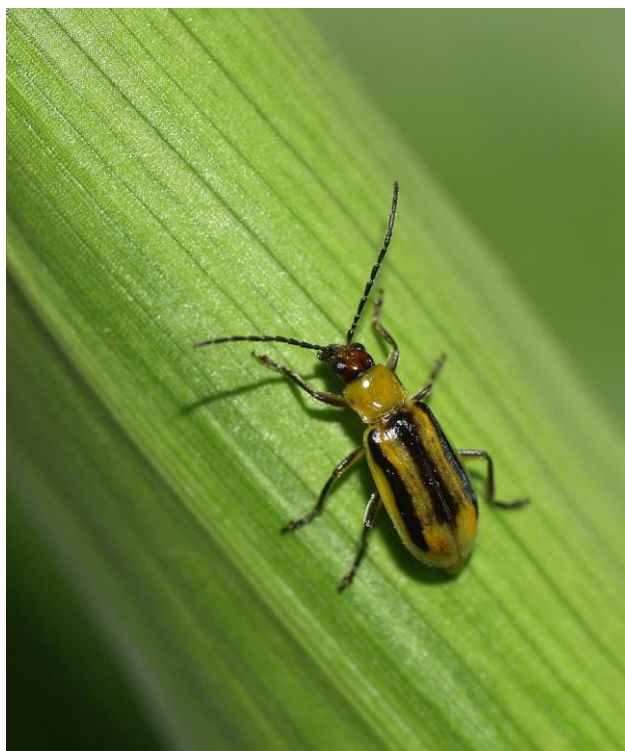
www.retrofotr.cz

Obr. 7.: Zavíječ kukuřičný - *Ostrinia nubilalis* (housenka)



www.agro.basf.cz

Obr. 8.: bázlivec kukuřičný - *Diabrotica virgifera*



[www.eagri.cz](http://www.eagri.cz)

Obr. 10.: Sklízecí řezačka



[www.claas.cz](http://www.claas.cz)

Obr. 12.: Rozvrstvení silážované hmoty



[www.agrofarmnet.sk](http://www.agrofarmnet.sk)

Obr. 13.: Dusání silážované hmoty



[www.agrofarmnet.sk](http://www.agrofarmnet.sk)



Obr. 14.: Věžové silo



[www.morkus-morava.cz](http://www.morkus-morava.cz)

Obr. 15.: Silážní vakuovací lis



[www.zvagro.cz](http://www.zvagro.cz)