

# **CENTRUM VÝSKUMU ŽIVOČÍŠNEJ VÝROBY NITRA**

## **Zásady využívania potenciálu silážnych a konzervačných prípravkov pri výrobe kvalitných a hygienicky nezávadných konzervovaných krmív**

(Metodická príručka)

Autori: Ing. Ľubica Rajčáková, PhD.  
Ing. Roman Mlynár

**Nitra, 2009**

## Obsah

	<b>Úvod</b>	3
<b>1.</b>	<b>Siláž a silážovateľnosť</b>	4
<b>2.</b>	<b>Kvalita silážovaných krmovín</b>	5
2.1.	<i>Kvalita d'atelinovín a tráv</i>	5
2.2.	<i>Kvalita silážnej kukurice</i>	8
2.3.	<i>Kvalita strukovín (celé rastliny)</i>	10
2.4.	<i>Kvalita obilnín (celé rastliny)</i>	11
<b>3.</b>	<b>Termín zberu a uvädanie</b>	13
<b>4.</b>	<b>Fermentačný proces</b>	15
<b>5.</b>	<b>Silážne prípravky</b>	19
<b>6.</b>	<b>Silážovanie</b>	23
6.1.	<i>Silážovanie trávnych porastov</i>	23
6.2.	<i>Silážovanie d'ateliny lúčnej</i>	26
6.3.	<i>Silážovanie lucerny siatej</i>	28
6.4.	<i>Silážovanie hrachu siateho</i>	29
6.5.	<i>Silážovanie celých rastlín obilnín</i>	31
6.6.	<i>Silážovanie kukurice siatej</i>	33
6.7.	<i>Konzervácia vlhkého kukuričného zrna</i>	35
<b>7.</b>	<b>Technológia silážovania</b>	37
<b>8.</b>	<b>Posudzovanie kvality siláží</b>	40
	<b>Literatúra</b>	41
	<i>Vlastná literatúra</i>	42

## Úvod

Hospodárska kríza dolieha na všetky priemyselné odvetvia, poľnohospodárstvo nevynímajúc. Každodenný zápas s vysokými nákladmi na vyprodukovaný kilogram mlieka či mäsa núti chovateľov hľadať všetky možné rezervy. Vzhľadom k tomu, že krmivá predstavujú najvyššiu položku v nákladoch na chov hospodárskych zvierat, je potrebné ich výrobu zlacnieť. Jedinou cestou v tomto smere je predchádzať stratám zabezpečením výroby kvalitných krmív s vysokou konverziou.

Výroba kvalitných, nutrične hodnotných siláží je najefektívnejším spôsobom využitia objemových krmovín. Závisí od mnohých na seba nadväzujúcich faktorov a vyžaduje dôsledný manažment. Vzhľadom k tomu, že kŕmenie silážami umožňuje zabezpečiť vyrovnané kŕmenie hovädzieho dobytku počas celého roka, je potrebné venovať mu primeranú pozornosť. Hoci sa za posledné roky v tomto smere zmenilo veľa k lepšiemu, ešte stále sa v praxi stretávame s hrubým porušovaním technologického postupu, ktoré nevyhnutne vyúsťuje do znižovania kvality vyrobených konzervovaných krmív.

Z uvedeného dôvodu sme pristúpili k sumarizácii našich poznatkov do tejto metodiky, ktorá by mala slúžiť poľnohospodárom na rozšírenie poznatkov o faktoroch ovplyvňujúcich kvalitu vyrábaných siláží ale aj ako návod na lepšiu orientáciu pri výbere silážnych aditív zo širokej ponuky silážnych a konzervačných prípravkov na našom trhu.

## 1. Siláž a silážovateľnosť

Siláž, je objemové krmivo konzervované kyselinami, ktoré vznikajú počas fermentačného procesu a sú produktom baktérií mliečneho kvasenia v silážovanej hmote, alebo chemickými látkami, ktoré sú do krmiva pridávané. Kvalitné silážované krmivo má pre hovädzí dobytok a ostatné prežúvavce priaznivé dietetické účinky a tvorí základ kŕmnych dávok.

V našich podmienkach je silážovanie, ako proces konzervácie krmovín, známe desiatky rokov. Využíva sa na neho celý rad objemových krmív. Každé krmivo má však rozdielne vlastnosti a chemické zloženie, čo sa odráža na jeho silážovateľnosti. Za silážovateľnosť sa všeobecne považuje spôsobilosť krmovín k silážovaniu.

Silážovateľnosťou rôznych druhov poľnohospodárskych plodín sa vo veľkej miere zaoberalo a stále zoberá veľa odborníkov. Zistili, že sa na nej rozhodujúcou mierou podieľajú obsah vodorozpustných cukrov a pufráčna kapacita. Pufráčna kapacita je prirodzená schopnosť rastlín odolávať okysľovaniu. Je definovaná ako množstvo kyseliny mliečnej potrebné na okyslenie krmiva na pH 4.

V tabuľke 1 uvádzame acidifikačný potenciál niektorých druhov krmív. Z nej vidieť, že pufráčna kapacita krmív je rôzna. Obyčajne ju ovplyvňuje obsah tlmivých látok – pufrôv v rastlinách. K pufrôm patria dusíkaté látky a nitráty, ale aj anióny organických kyselín, ortofosfáty, sulfáty a chloridy. Pri porovnaní pufráčnej kapacity silážnej kukurice s lucernou zistíme, že jej hodnota u lucerny je viac ako dvojnásobne väčšia ako u kukurice. V praktických podmienkach to znamená, že počas fermentačného procesu musia baktérie mliečneho kvasenia na okyslenie lucerny na úroveň pH 4 vytvoriť 74 g kyseliny mliečnej na 1 kilogram sušiny siláže, pričom u kukurice na to stačí iba 32 g kyseliny mliečnej. Preto je kukurica a s ňou aj ostatné sacharidové krmivá ľahko silážovateľnou krmovinou a lucerna spolu s ostatnými bielkovinovými krmivami je veľmi ťažko silážovateľná.

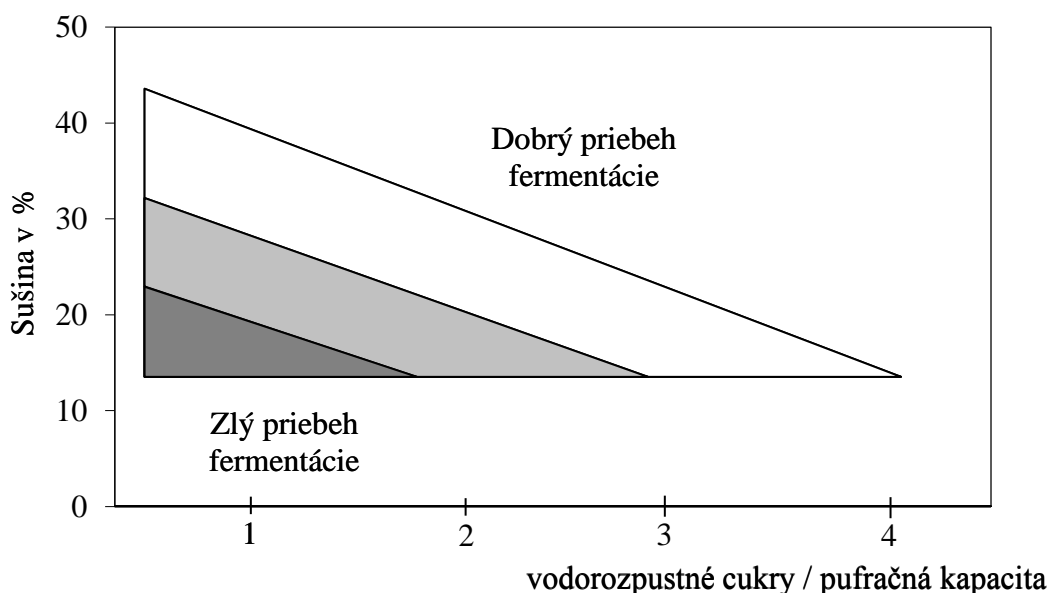
**Tabuľka 1.** Acidifikačný potenciál vybraných krmovín

	<b>Obsah cukrov g.kg<sup>-1</sup> suš. (C)</b>	<b>Pufráčna kapacita g KM.kg<sup>-1</sup> suš. (PK)</b>	<b>Koeficient silážovateľnosti C / PK</b>
Silážna kukurica	120	32	3,8
Mätonoh mnohokvetý	160	55	2,9
Ovos na zeleno	105	45	2,3
Skrojky cukrovej repy	128	55	2,3
Iné trávy	95	47	2,0
Ďatelina lúčna	87	68	1,3
Lucerna siata	65	74	0,9

Ďalším faktorom, ktorý výrazne ovplyvňuje silážovateľnosť je obsah sušiny krmiva. Vzťah medzi koeficientom silážovateľnosti a obsahom sušiny krmiva názorne uvádzame v grafe 1.

Na základe tohto grafu sa dá odhadnúť ako by prebiehal fermentačný proces akéhokoľvek krmiva bez použitia silážnych alebo konzervačných prípravkov. To poznanie umožňuje zlepšiť orientáciu pri voľbe správneho technologického postupu silážovania.

**Graf 1.** Závislosť fermentačnej kvality krmiva od obsahu sušiny a koeficientu silážovateľnosti



## 2. Kvalita silážovaných krmovín

Jedným z kľúčových faktorov ovplyvňujúcich kvalitu silážovaného alebo inak konzervovaného krmiva je vstupná kvalita zberaných krmovín. Vzhľadom k tomu, že sa v kŕmnych plodinách počas ich rastu mení obsah živín, nutričná hodnota aj stráviteľnosť, je presné určenie vhodného termínu pre zber kľúčovým bodom nutričnej a energetickej hodnoty vyrobeného krmiva.

Termín zberu nemožno určovať pre všetky krmoviny univerzálne, ale vždy a zásadne s individuálnym prístupom. Treba predovšetkým prihliadať na druh krmoviny, jej fyziologické vlastnosti, rýchlosť dozrievania a vývojové štádium v závislosti od agrometeorologických podmienok pestovania.

### 2.1. Kvalita d'atelinovín a tráv

V d'atelinovinách a trávach počas vegetačného obdobia dochádza k výrazným zmenám koncentrácie živín i energie (tab. 2 a 3). Kým pre prvé fázy vývoja je charakteristický vysoký obsah dusíkatých látok a vysoká stráviteľnosť všetkých živín, počas dozrievania dochádza k narastaniu obsahu nestráviteľného vlákninového komplexu, k poklesu nutričnej hodnoty a stráviteľnosti rastlín.

Podľa odbornej literatúry by v trávnych silážach nemal obsah vlákniny presiahnuť hodnotu 24 % v sušine. So zvyšujúcim sa obsahom vlákniny sa zvyšuje aj obsah acidodetergentnej vlákniny a lignínu, čím dochádza k poklesu degradovateľnosti a stráviteľnosti krmiva. Z toho dôvodu sa majú trávy kosieť na začiatku metania (prípadne pred metaním). V praxi sa často stretávame s kosením trávnych porastov až v štádiu kvitnutia. Tento termín považujeme za nevhodný, pretože obsah vlákniny v takomto krmive prevyšuje hodnotu 28 až 30 %, tiež dochádza k významnému zníženiu koncentrácie dusíkatých látok. Je všeobecne známe, že čím je vyšší obsah dusíkatých látok a nižšia koncentrácia vlákniny v sušine krmiva, tým je kvalita trávneho porastu a aj stráviteľnosť vyššia.

V grafe 2 je znázornený vzostup obsahu vlákniny pri prvom využití tráv počas vegetačného obdobia. Priebeh narastania vlákninového komplexu je u jednotlivých druhov tráv veľmi podobný. Silážna zrelosť je dosahovaná na prelome mesiacov máj - jún. U nás sú v tomto období porasty často riedke a úrody nízke. Čakanie na vyššiu produkciu však zvyšuje obsah vlákniny a znižuje nutričnú hodnotu (graf 3) a stráviteľnosť krmiva. Ďalším rizikom je dlhodobé daždivé počasie,

ktoré často prichádza na začiatku júna (Medard). Posunom termínu prvej kosby sa posúvajú aj termíny ďalších kosieb, čím dochádza k zníženiu celkovej produkcie porastov.

**Tabuľka 2.** Chemické zloženie a energetická hodnota vybraných druhov tráv

	Vegetačné štádium				
	Začiatok metania	Metanie	Začiatok kvitnutia	Kvitnutie	Po odkvitnutí
<b>Mätonoh trváci</b>					
Sušina v g.kg <sup>-1</sup> č. hm.	168	183	201	230	265
N-látky v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	208	174	162	122	108
Vláknina v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	194	222	263	306	345
NEL v MJ.kg <sup>-1</sup> sušiny	6,76	6,42	5,90	5,54	4,91
PDI v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	91	86	70	67	64
<b>Mätonoh mnohokvetý</b>					
Sušina v g.kg <sup>-1</sup> č. hm.	165	183	218	255	280
N-látky v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	201	172	146	131	124
Vláknina v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	187	225	265	304	334
NEL v MJ.kg <sup>-1</sup> sušiny	6,94	6,22	5,98	5,44	4,83
PDI v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	93	85	78	71	64
<b>Reznačka laločná</b>					
Sušina v g.kg <sup>-1</sup> č. hm.	190	220	250	300	330
N-látky v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	195	171	135	109	91
Vláknina v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	219	252	299	337	370
NEL v MJ.kg <sup>-1</sup> sušiny	6,66	6,14	5,89	5,32	4,55
PDI v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	84	77	71	65	63
<b>Kostrava lúčna</b>					
Sušina v g.kg <sup>-1</sup> č. hm.	178	220	240	260	290
N-látky v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	192	168	136	123	99
Vláknina v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	238	248	286	315	357
NEL v MJ.kg <sup>-1</sup> sušiny	6,54	6,32	6,04	5,35	4,78
PDI v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	96	79	71	67	61

(Petrikovič a kol., 2000)

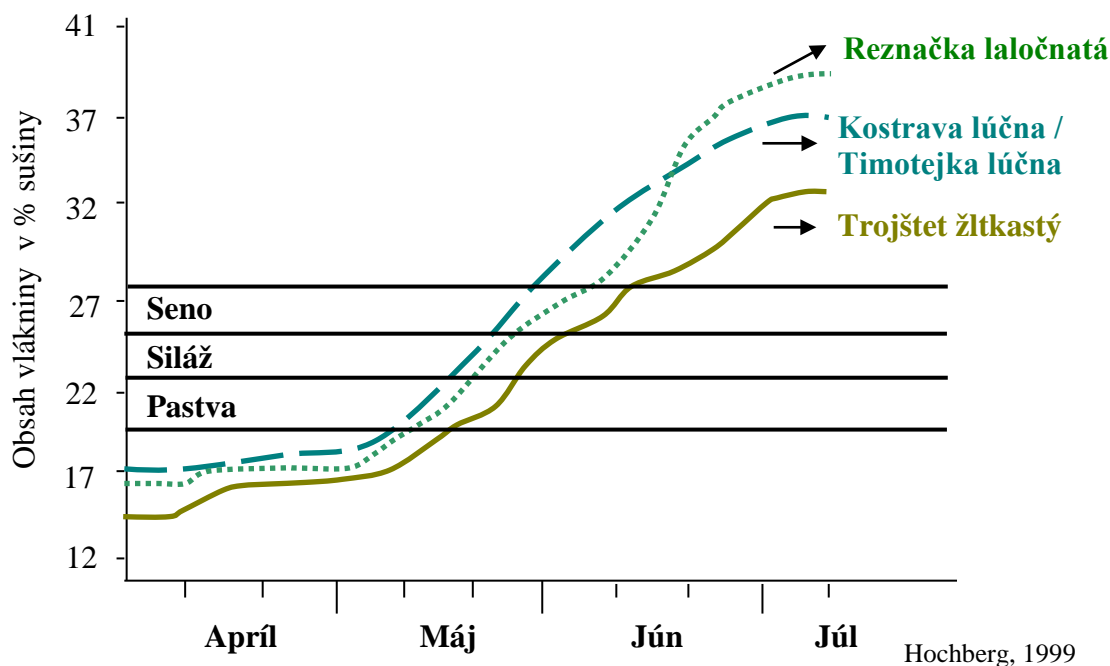
Skorý zber je záväzný pre všetky viacročné krmoviny a z d'atelinovín najmä pre lucernu. U lucerny je termín zberu ovplyvňovaný charakterom stanovišťa, poradím kosby a agrometeorologickými podmienkami. S prihliadnutím k rýchlejšiemu priebehu starnutia, ktoré je poznamenané vyšším stupňom lignifikácie v porovnaní s d'atelinou je žiaduce ukončiť zber lucerny vo fáze butonizácie. Lucerna je v štádiu kvitnutia vzhľadom k živinovému zloženiu priemerným až podpriemerným krmivom s vysokým obsahom vlákniny a nízkou koncentráciou energie. Práve vyšší obsah vlákniny a nižšia stráviteľnosť organickej hmoty je u väčšiny krmív príčinou ich nižšieho príjmu zvieratami.

Oneskorený termín zberu vedie vždy k poklesu stráviteľnosti organickej hmoty, nárastu obsahu vlákniny a k zníženiu koncentrácie energie v rastlinnej hmote, čo má za následok zníženie príjmu krmiva zvieratami. Zníženie stráviteľnosti v takomto prípade môže predstavovať až 30 %.

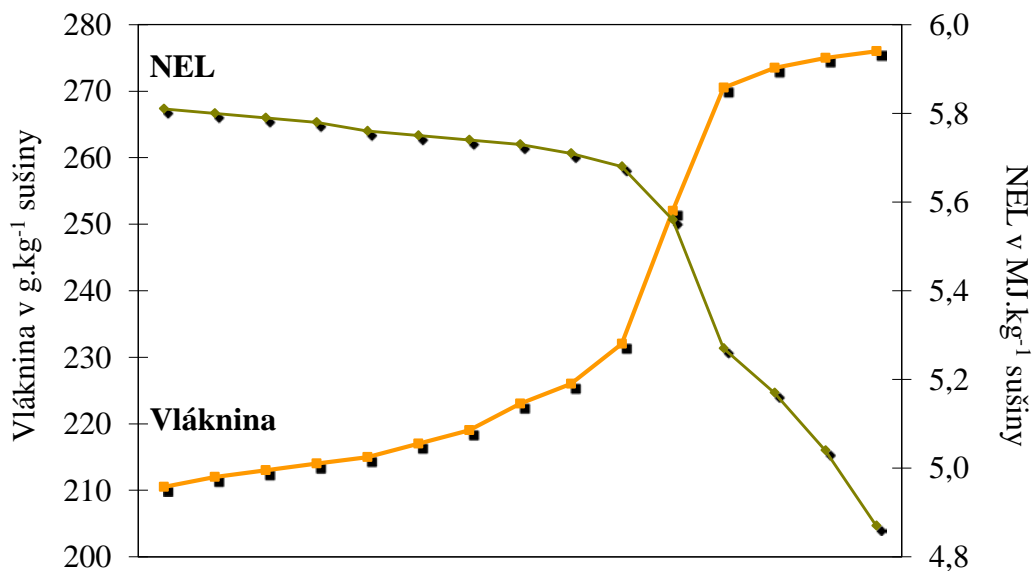
V negatívnej korelácii k nutričnej a energetickej hodnote trávnych a d'atelinovinových porastov je výška úrod. Tento rozpor je častým dôvodom, prečo kvalita objemových krmív v praktických podmienkach nezodpovedá ich potenciálu. Čakanie na „dostatok hmoty“ spôsobuje prestarnutie krmiva. Určenie termínu zberu porastov v optimálnom vegetačnom štádiu, pre ktoré je

charakteristická vysoká koncentrácia živín a energie a zároveň dostatočne vysoká úroda, môže byť preto problematické.

**Graf 2.** Nárast obsahu vlákniiny u vybraných druhov tráv počas vegetačného obdobia



**Graf 3.** Vplyv obsahu vlákniiny na obsah NEL v lúčnom poraste



Gallo, 1999

Najrizikovejšie sú obyčajne prvé kosby viacročných krmovín. Vplyvom teplotných zmien dochádza v posledných rokoch na jar často k prudkému nástupu vegetácie. U tráv je problémom, že hoci sú porasty po zime ešte veľmi riedke, nástup vysokých teplôt spôsobuje rýchle metanie a pokles výživnej hodnoty rastlín. V takomto prípade je najlepším riešením prvú kosbu vykonať čo najrýchlejšie. Trávy potom ešte stihnú využiť jarnú vlahu, odnožia a zosilnejú. Tým sa vytvoria predpoklady aby úroda druhej kosby bola dostatočne vysoká a kvalitná. Oneskorenie prvej kosby

posúva rast hmoty pre druhú kosbu do suchého letného obdobia. Nedostatok vlhky sa potom obyčajne prejavuje na znížení kvality i kvantity úrody.

**Tabuľka 3.** Chemické zloženie a energetická hodnota ďatelinovín

	Vegetačné štádium				
	Pred kvetom	Butonizácia	Začiatok kvitnutia	Kvitnutie	Po odkvitnutí
<b>Lucerna siata</b>					
Sušina v g.kg <sup>-1</sup> č. hm.	161	173	189	205	230
N-látky v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	268	235	196	185	164
Vláknina v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	208	249	292	326	371
NEL v MJ.kg <sup>-1</sup> sušiny	6,09	5,65	5,35	5,02	4,63
PDI v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	107	93	87	85	80
<b>Ďatelina lúčna</b>					
Sušina v g.kg <sup>-1</sup> č. hm.	140	160	191	219	246
N-látky v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	227	193	161	150	141
Vláknina v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	158	213	261	296	333
NEL v MJ.kg <sup>-1</sup> sušiny	6,42	6,11	5,99	5,59	5,24
PDI v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	96	88	77	76	73

(Petrikovič a kol., 2000)

Krmoviny bielkovinového charakteru majú deficit ľahko fermentovateľných cukrov, ktoré sú nevyhnutné pre intenzívnu produkciu kyseliny mliečnej v procese silážovania (Bíro et al., 2008) a sú ťažšie silážovateľné. Preto je pre ďatelinoviny tak veľmi dôležitý obsah vodorozpustných cukrov. Spravidla platí, že ich najvyššiu koncentráciu dosahujú v prvej kosbe. Tak napr. porast ďateliny lúčnej obsahuje v prvej kosbe 60 – 80 g cukrov .kg<sup>-1</sup> sušiny. V ďalších kosbách sa obsah vodorozpustných cukrov pohybuje od 30 do 60 g.kg<sup>-1</sup> sušiny. Z toho dôvodu je vhodné aby práve prvá kosba bola u ďateliny a lucerny vždy využívaná na výrobu siláže a až ďalšia na semeno.

Nezanedbateľným faktorom, ktorý ovplyvňuje termín zberu krmovín je vývoj počasia. V suchých rokoch s vysokou teplotou počas vegetačného obdobia dochádza ku negatívnym kvalitatívnym zmenám zloženia porastov. Je to dané vyšším stupňom lignifikácie, a to aj vtedy ak sa zber vykoná v skoršom termíne, ako v rokoch teplotne normálnych. Tiež dochádza ku horšej fixácii dusíka. Vplyvom rýchlejšieho dozrievania môže podľa niektorých odborníkov dochádzať denne k poklesu obsahu dusíkatých látok až o 0,7 %, k nárastu obsahu vlákniny až o 0,5 – 0,7 % a k poklesu koncentrácie energie až o 0,5 – 0,6 %. V nadpriemerne teplých a suchých rokoch sa preto termín zberu krmovín posúva o 8 až 10 dní pred obvyklý termín.

## 2.2. Kvalita silážnej kukurice

Osobitným druhom silážnej krmoviny je kukurica. Je to sacharidové krmivo a silážnu zrelosť dosahuje vo fáze voskovej zrelosti. Obsah živín v jednotlivých vegetačných štádiách nie je hlavným kritériom pri stanovení správneho termínu zberu pre siláž.

Veľký dôraz sa kladie na zrelosť kukuričného zrna. Kukuričný škrob je vďaka veľkosti škrobových zrn a ich štruktúre v bachore pomalšie degradovateľný ako škrob iných obilnín. 20 – 40 % škrobu prechádza do tenkého čreva, kde dochádza k jeho lepšiemu energetickému využitiu a zlepšeniu zásobovania dojnic glukózou. Nižšia rýchlosť rozkladu kukuričného škrobu je typická iba pre škrob z fyziologicky dozretého endospermu, to znamená, že musí byť dosiahnutá konečná mikromorfologická štruktúra. Škrob pochádzajúci zo skorších fáz dozrievania zrna je mikrobiálne pomerne rýchlo rozkladaný, čiastočne už v silážnej jame a neskôr v bachore.



Z rôznych pozorovaní vyplynulo, že maximálny obsah fyziologicky zrelého škrobu dosahujú rastliny silážnej kukurice vo voskovej zrelosti, keď je obsah sušiny zrna na úrovni 58 – 60 % a sušiny celej rastliny v rozmedzí 30 – 35 %.

Podľa našich dlhoročných sledovaní v tomto období predstavuje podiel šúľkov 50 – 68 % na celkovej sušine rastlín a koncentrácia škrobu dosahuje v závislosti od hybridu a podmienok pestovania 20 – 33 % sušiny. Koncentrácia NEL sa v našich podmienkach u kvalitných silážnych hybridov pohybuje od 6,4 do 6,7 MJ v kilograme sušiny.

**Tabuľka 4.** Chemické zloženie a energetická hodnota silážnej kukurice

	Vegetačné štádium, podiel šúľkov na hmotnosti rastliny					
	Začiatok tvorby šúľkov	Začiatok mliečnej zrelosti < 25 % šúľkov	Mliečna zrelosť 25 - 35 % šúľkov	Začiatok voskovej zrelosti < 35 % šúľkov	Začiatok voskovej zrelosti 35 – 45 % šúľkov	Vosková zrelosť > 45 % šúľkov
Sušina v g.kg <sup>-1</sup> č. hm.	163,8	188,8	218,6	240,0	266,0	297,6
N-látky v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	101,3	90,9	87,2	84,5	83,2	82,0
Vláknina v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	257,5	249,3	228,4	221,0	216,9	213,0
Škrob v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	0	148,0	158,0	212,0	243,0	303,3
NEL v MJ.kg <sup>-1</sup> sušiny	5,83	6,02	6,46	6,63	6,50	6,87
PDI v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	64,4	57,4	54,6	51,8	51,1	49,9

Zber kukurice pred dosiahnutím voskovej zrelosti znižuje jej energetickú hodnotu o 0,4 až 0,6 MJ na kilogram sušiny. Po prepočítaní na štandardnú kŕmnu dávku dojnice založenú na kukuričnej siláži tento úbytok energie môže predstavovať zníženie dennej úžitkovosti až o 2,5 l mlieka na dojnicu.

Ani oneskorenie zberu kukurice neprináša pre kvalitu krmiva nič pozitívne. Nedá sa očakávať, že s dozrievaním bude koncentrácia energie v silážnej kukurici stúpať. Naopak, dozrievaním dochádza k lignifikácii stebľa a znižovaniu stráviteľnosti vlákniny a celého vlákninového komplexu. Ďalším negatívom dozrievania je, že dozrievajúce zrno tvrdne a drviace ústrojenstvo rezačiek nedokáže narušiť štruktúru jeho obalových vrstiev. Nenarušené zrno tráviaci trakt zvierat nestrávi, a tak sa potrebná energia zbytočne vylúči z tela namiesto toho aby bola zužitkovaná na produkciu.

Riziká neskorého zberu silážnej kukurice je možné hrnúť do nasledovných bodov:

- vyšší obsah plesní a mykotoxínov už na poli
- nižší obsah energie
- vyšší obsah vlákniny a jej komplexu
- premena cukrov na škrob
- zníženie stráviteľnosti N-látok a vlákniny
- deštrukcia beta-karoténu
- zvýšené riziko poškodenia kvality krmiva mrazom
- ťažšia utlačiteľnosť a silážovateľnosť hmoty
- straty energie vysokým podielom nestráviteľných nenarušených zŕn
- zvýšená aeróbna nestabilita siláže spojená so stratami živín, energie a zhoršovaním hygienickej kvality
- znížený príjem krmiva

### 2.3. Kvalita strukovín (celé rastliny)

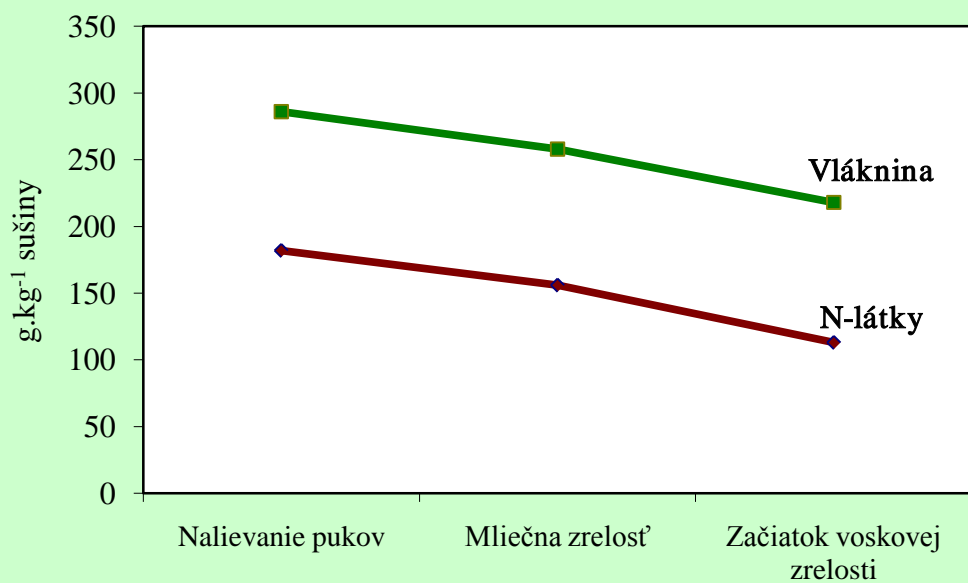
Hrach siaty sa vo všeobecnosti pokladá za zdroj kvalitných bielkovín a aminokyselín. Má priaznivý obsah lyzínu a arginínu ale nedostatočný obsah metionínu a tryptofánu. Vysoký obsah škrobu v zrne hrachu je dobrým zdrojom energie pre dojnice s nižšou produkčnou úrovňou alebo v zostupnej fáze laktačnej krivky. Z makroprvkov má pomerne vysoký obsah draslíka a fosforu a nízky obsah vápnika. Z mikroprvkov obsahuje železo, horčík, meď, kobalt a zinok. Bilančná stráviteľnosť hrachu je vysoká ale hrach obsahuje aj niektoré antinutričné látky. Sú to najmä inhibítory trypsínu, lektíny (fytohemaglutíny), flatulentné oligosacharidy, kyselina gallová a ďalšie zo skupiny fenolických látok. Je však potrebné uviesť, že šľachtením došlo k zlepšeniu aj v tomto smere a novo vyšľachtené odrody hrachu majú obsah týchto látok výrazne nižší ako to bolo v minulosti.

Vo výžive zvierat je možné ho využívať dvoma spôsobmi. Prvým je semeno hrachu, ktoré je vhodným komponentom kŕmnych zmesí. Druhým spôsobom využitia, je pestovanie na zeleno a výroba siláže. Pestovať sa môže v monokultúre ale aj v miešanke, a to buď v strukovino-obilnej miešanke alebo v kombinácii s lucernou siatou.

Z našich pozorovaní sme zistili, že v hrachu siatom prebiehajú podstatné zmeny obsahu živín najmä po nasadení strukov. Dochádza k poklesu koncentrácie N-látok a vodorozpustných cukrov ale aj vlákniny. S dozrievaním narastá obsah škrobu v zrnách, a teda aj v celej silážnej hmote.

Dynamiku zmien obsahu N-látok, vlákniny, cukrov a škrobu počas vegetačného obdobia podľa jednotlivých vegetačných fáz sme zaznamenali v grafoch 4 a 5.

**Graf 4.** Dynamika obsahu vlákniny a N-látok v hrachu siatom



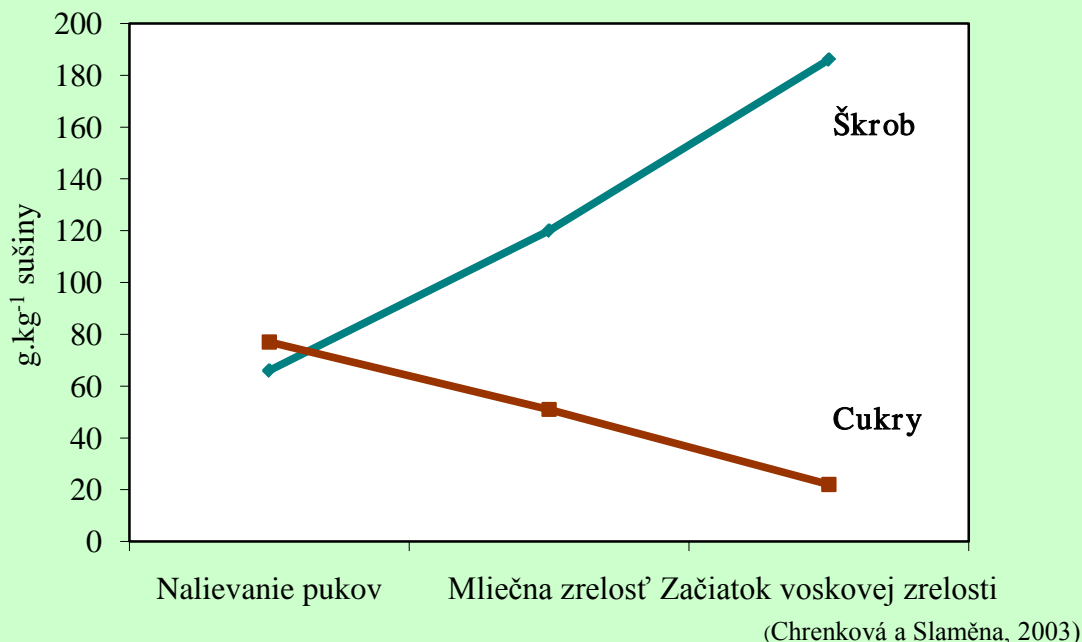
(Chrenková a Slaměna, 2003)

Najvhodnejší termín zberu porastu, ktorý je určený na silážovanie, je fáza mliečnej zrelosti hrachu. Zber sa robí dvojfázovo. Po kosbe sa nechá hmota uvädať. Optimálne je, keď obsah sušiny v hmote po uvädaní dosahuje 30 – 35 %.

Z pestovateľského hľadiska stojí za zmienku odrodová skladba hrachov pestovaných v súčasnosti. Z pohľadu habitu rastlín je odrody hrachu možné rozdeliť na dve skupiny. Prvou sú normálne listnaté odrody. Ich uplatnenie sa nachádza hlavne v ľahších pôdach, kde môžu svojou listovou plochou redukovať výpar z pôdy tienением. Sú menej náročné na agrotechniku a štruktúru pôdy. Z dôvodu polievavosti sú náročné na urovnvanie pozemku a ťažšie sa zberajú. Druhou skupinou sú odrody hrachu s redukovanou listovou plochou, tzv. semi-leafless. Tieto sú vhodné najmä do oblastí s vyšším úhrnom zrážok a na pôdy s dobrou zásobou ľahko prijateľných živín. Ich

prednosťou je vysoká odolnosť voči poliehaniu. Zber plodiny je jednoduchší, čo má priamy vplyv na čistotu krmiva a obsah klostríí. Pestovateľské plochy hrachu typu semi-leafless u nás ale aj v zahraničí v posledných rokoch výrazne stúpili a naopak odrody listnatého hrachu sa pestujú na oveľa menších plochách.

**Graf 5.** Dynamika obsahu cukrov a škrobu v hrachu siatom



#### 2.4. Kvalita obilnín (celé rastliny)

Celé rastliny obilnín reprezentujú skupinu krmovín, pre ktoré je charakteristický úzky vzťah medzi stupňom zrelosti a koncentráciou vodorozpustných cukrov, čo zásadne ovplyvňuje ich silážovateľnosť. V skorých fázach rastu obilnín dominuje v obsahu vodorozpustných cukrov podiel glukózy a fruktózy, ktoré sú základnými živinami pre baktérie mliečneho kvasenia a sú nevyhnutné pre dobrý priebeh fermentačného procesu. S postupným dozrievaním sa ich podiel znižuje a zvyšuje sa podiel vyšších cukrov, ktoré sú pre baktérie mliečneho kvasenia ťažšie prístupné.

Obilniny majú maximálny obsah vodorozpustných cukrov vo fáze mliečnej zrelosti. Od jej dosiahnutia ich koncentrácia stále klesá a stúpa podiel polysacharidov. V zhode s nárastom obsahu škrobu je aj stúpajúci podiel klasov v dozrievajúcom krmive.

Výšku úrody a koncentráciu energie je možné korigovať nastavením výšky kosby žacieho stroja. Zvýšením strniska sa pritom v krmive nedosiahne len vyššia koncentrácia energie ale aj vyššia stráviteľnosť živín. Bežne používaná výška strniska 15 cm môže byť nahradená vyšším strniskom, čo pozitívne ovplyvní obsah vlákniny vo vyrobenom krmive ale aj jeho stráviteľnosť (tab. 6) a umožní zvýšiť obsah energie v krmive o 10 – 15 %. Pre efektívnu výrobu GPS je vhodnejší priamy zber bez uvádania rastlín. Minimalizujú sa tým straty vodorozpustných cukrov ale aj zberové straty krmiva.

**Tabuľka 5.** Chemické zloženie a energetická hodnota celých rastlín obilnín

Obilnina	Vegetačné štádium		
	Mliečna zrelosť	Začiatok voskovej zrelosti	Vosková zrelosť
<b>Raž siata</b>			
Sušina v g.kg <sup>-1</sup> č. hm.	165,89	246,58	475,17
N-látky v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	139,28	122,93	65,65
Vláknina v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	353,59	330,00	296,58
ADV v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	388,57	430,47	357,58
NDV v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	598,44	647,31	595,64
Škrob v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	4,58	96,33	182,46
NEL v MJ.kg <sup>-1</sup> sušiny	5,47	5,51	5,61
PDI v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	73,80	72,15	40,10
<b>Jačmeň jarný</b>			
Sušina v g.kg <sup>-1</sup> č. hm.	250,83	279,25	382,04
N-látky v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	115,13	92,76	83,22
Vláknina v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	303,09	258,06	192,94
ADV v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	341,85	286,55	227,32
NDV v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	634,18	525,98	459,24
Škrob v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	54,58	152,34	237,37
NEL v MJ.kg <sup>-1</sup> sušiny	5,53	5,98	6,12
PDI v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	68,11	56,37	50,80
<b>Ovos siaty</b>			
Sušina v g.kg <sup>-1</sup> č. hm.	300,72	363,52	-
N-látky v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	91,12	86,31	-
Vláknina v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	290,16	221,08	-
ADV v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	345,85	263,46	-
NDV v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	563,57	472,01	-
Škrob v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	10,78	182,79	-
NEL v MJ.kg <sup>-1</sup> sušiny	5,94	5,86	-
PDI v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	55,33	52,41	-

**Tabuľka 6.** Vplyv výšky strniska na stráviteľnosť živín v obilnej GPS

	Normálne strnisko	Vysoké strnisko
Stráviteľnosť v %:		
- OH	64,2	68,5
- N-látky	40,4	47,1
- tuk	71,5	72,1
- vláknina	47,5	42,7
NEL v MJ.kg <sup>-1</sup> sušiny	5,37	6,00

Spann a kol., 2002

### 3. Termín zberu a uvádanie

Uvádanie konzervovaného krmiva a dosiahnutie optimálnej sušiny je ďalším dôležitým faktorom ovplyvňujúcim silážovanie krmív. Význam sušiny priamo úmerne narastá so zhoršovaním silážovateľnosti krmiva.

Pozitívny vplyv zvýšenia obsahu sušiny je spojený s vyšším osmotickým tlakom v bunkách ale aj s vyššou koncentráciou živín a cukrov, ktoré sú predpokladom rýchleho nástupu fermentačného procesu. Zvýšený obsah sušiny pozitívne ovplyvňuje rast baktérií mliečneho kvasenia a bráni rozvoju väčšiny nežiaducich baktérií. Pri silážovaní krmív s nízkym obsahom sušiny je potrebné zaistiť pokles pH na nižšiu úroveň ako pri konzervovaní krmovín s vyšším obsahom sušiny.

Okrem priaznivého účinku uvádania silážovaného objemového krmiva je však nutné uviesť si existenciu rizík s tým spojených. Priama je závislosť kvality krmiva od poveternostných podmienok. Optimálne je, ak uvádanie prebieha pri peknom počasí a je rýchle. Uvádanie silážovaného krmiva by nemalo presiahnuť 24 hodín, nakoľko je spojené s degradáciou živín. Okrem toho je dlhodobé uvádanie počas nepriaznivého počasia spojené aj s rizikom tvorby plesní a následne ich metabolitov, mykotoxínov.

Ako príklad znehodnocovania nutričnej a energetickej hodnoty krmiva počas uvádania uvádzame v tabuľke 7. výsledky nášho experimentu. V ňom bol uvádzaný porast lucerny siatej počas troch dní. Počasie bolo chladné, zamračené, bez zrážok. Degradácia živín počas procesu uvádania spôsobila, že netto energia laktácie klesla z pôvodných 5,72 MJ.kg<sup>-1</sup> sušiny na 4,90 MJ.kg<sup>-1</sup> sušiny a PDI z 84,29 na 75,79 g.kg<sup>-1</sup> sušiny.

**Tabuľka 7.** Dynamika zmien v obsahu živín a energie počas procesu uvádania lucerny siatej

Ukazovateľ	Lucerna siata			
	bez uvádania	24 hod. uvádaná	48 hod. uvádaná	72 hod. uvádaná
Sušina v g	202,5	233,1	270,1	383,2
OH v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	899,7	894,3	893,8	875,2
N-látky v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	223,1	216,1	212,5	207,5
Hrubá vláknina v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	229,8	239,3	289,6	302,1
ADV v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	265,0	322,2	342,5	378,5
NDV v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	333,7	392,3	414,0	442,6
Hemicelulóza v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	68,6	70,1	71,6	64,1
BNLV v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	422,6	421,2	374,5	349,7
Cukry celkové v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	74,0	61,1	51,2	46,2
Cukry redukujúce v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	49,6	45,0	36,9	41,9
Tuk v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	24,2	17,7	17,3	15,9
Popol v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	100,3	105,7	106,2	124,9
ME v MJ.kg <sup>-1</sup> sušiny	9,72	9,67	9,38	8,51
NEL v MJ.kg <sup>-1</sup> sušiny	5,72	5,69	5,49	4,90
NEV v MJ.kg <sup>-1</sup> sušiny	5,55	5,52	5,27	4,58
PDIN v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	132,66	128,49	126,33	123,38
PDIE v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	84,29	83,66	81,55	75,79

Naproti tomu pri veľmi teplom počasí je potrebné dávať pozor, aby sušina uvádaného krmiva nestúpila príliš rýchlo. Niektorí autori uvádzajú, že zvýšenie sušiny počas veľmi horúceho počasia môže predstavovať až 18 % za deň. V nadmerne uvádnutom krmive sú problémom straty cukrov, vysoký odrol, horšia utlačiteľnosť krmiva a spomalenie fermentačného procesu.

**Tabuľka 8.** Straty vznikajúce pri uvädaní krmovín

Stupeň uvädania hmoty	Obsah sušiny v %	Straty sušiny v % pri počasi	
		priaznivom	nepriaznivom
čerstvá	15 – 19	-	-
mierne uvädnutá	20 – 29	2	4
priemerne uvädnutá	30 – 39	3	8
silno uvädnutá	nad 40	5	13

(Bíro, 1995)

V prípade nepriaznivého počasia, neodporúčame čakať na vhodnejšie poveternostné podmienky ani s termínom zberu ani s časom uvädania. Oba tieto faktory negatívne ovplyvňujú kvalitu zberaného krmiva a siláže z neho vyrobenej, preto je vhodnejšie ich dodržiavať a neodďalovať. Elimináciu rizík spojených so silážovaním krmiva s nízkym obsahom sušiny je potom možné riešiť zvolením vhodného chemického silážneho aditíva.

Delený zber objemových krmovín je spojený aj s ďalšími negatívami ako sú vyššie straty na poli, riziko znečistenia krmiva pôdou a zvýšené nároky na organizáciu práce.

Vzhľadom k tomu, že objemové krmivá majú svoje špecifiká, je hodnota optimálneho obsahu sušiny pre silážovanie pre každý druh plodiny iná.

Odporúčané vegetačné štádium pre zber krmovín a sušina uvädnutého krmiva pri silážovaní:

<b>Trávy</b>	- tesne pred štádiom metania alebo na jeho začiatku - delený zber - 30 – 35 %
<b>Ďatelinoviny</b>	- začiatok tvorby kvetných pukov, butonizácie - delený zber - ďatelina 33 – 38 % , lucerna 37 – 42 %
<b>Kukurica na siláž</b>	- vosková zrelosť - priamy zber - 30 – 35 %
<b>Obilniny - drť celých rastlín</b>	- pre obilniny začiatok až polovica voskovej zrelosti - priamy zber - 30 – 35 %
<b>Strukoviny - drť celých rastlín</b>	- pre strukoviny koniec mliečnej zrelosti - delený zber - 30 – 35 %

#### 4. Fermentačný proces

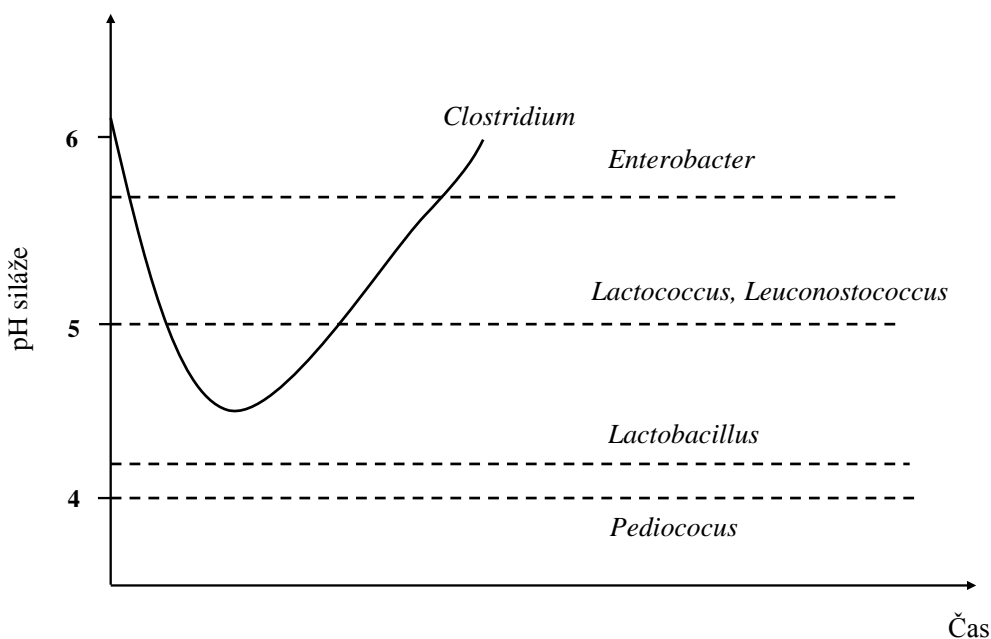
Procesy prebiehajúce po zasiláňovaní krmiva sú ovplyvňované množstvom a druhovým zložením mikroorganizmov v silážovanej hmote. Všeobecne sa označujú súhrnným názvom epifytná mikroflóra. Jej zloženie je kolísavé a závisí od druhu krmiva, pestovateľských a klimatických podmienok, od štádia zberu plodiny, od obsahu sušiny, použitej technológie zberu a v nemalej miere aj od znečistenia zberaného krmiva pôdou.

Epifytnú mikroflóru tvoria baktérie mliečneho kvasenia, ktoré priaznivo ovplyvňujú fermentačný proces. Nežiaducou súčasťou sú najmä klostrídie, kvasinky a plesne. Ich zastúpenie v epifytnej mikroflóre sa zvyšuje napr. so starnutím krmiva, s nárastom obsahu sušiny, s nepriaznivým priebehom počasia, s omrznutím krmiva a so znečistením krmiva pôdou.

Pre úspešný priebeh silážovania je rozhodujúca aktivita baktérií mliečneho kvasenia. Väčšinou ide o mezofilné druhy, ktoré môžu rásť pri teplotách medzi 5 až 50 °C, s optimom od 25 do 40 °C.

Fermentačný proces sa obyčajne začína rozvojom enterobaktérií. Pre ich rozmnožovanie je optimálne prostredie s pH na úrovni 6,0 – 7,0. Takéto pH je bežnou úrovňou kyslosti čerstvého objemového krmiva. Niektoré druhy rodu *Enterococcus* sú producentami kyseliny mliečnej a iné vytvárajú kyselinu octovú. Pri pH nižšom ako 5,0 sa ich rast zastavuje. Ďalšie okysľovanie silážovanej hmoty zaisťujú v poradí baktérie rodov *Streptococcus*, *Lactobacillus* a *Pediococcus*. Aj keď fermentačný proces prebieha postupne a naväzuje na seba, najvýkonnejšími a najdôležitejšími producentmi kyseliny mliečnej sú baktérie rodu *Lactobacillus*.

**Graf 6.** Aktivita mikrobiálnej populácie v siláži počas fermentačného procesu



Baktérie mliečneho kvasenia vzhľadom k ich metabolizmu rozkladajú ľahko prístupné vodorozpustné cukry hlavne na kyselinu mliečnu. Kyselina mliečna je považovaná za silnú organickú kyselinu s vysokým stupňom acidifikácie. Jej obsah v silážach spôsobuje kyslosť, ktorá klesá až na hodnotu pH 3,8 – 4,2. Takáto kyslosť zastavuje rozmnožovanie hnilobných a patogénnych baktérií, čím zamedzuje priebehu nežiaducich kvasných procesov v konzervovanom krmive. Tlmí tiež enzymatickú proteolýzu, znemožňuje rozvoju baktérií tvoriacich kyselinu maslovú rozkladom bielkovín.

Podľa produktov, ktoré baktérie mliečného kvasenia pri svojom rozmnožovaní tvoria, ich delíme na dve skupiny:

- homofermentatívne, ktoré štiepia glukózu aj fruktózu na kyselinu mliečnu bez ďalších vedľajších produktov
- heterofermentatívne, ktoré štiepia glukózu na kyselinu mliečnu, etanol a CO<sub>2</sub> a fruktózu na kyselinu mliečnu, kyselinu octovú a CO<sub>2</sub>

**Tabuľka 9.** Baktérie mliečného kvasenia dôležité pre silážne procesy

Rod	Druh	Fermentácia glukózy
<i>Lactobacillus</i>	<i>L. acidophilus</i> <i>L. casei</i> <i>L. comyiformis</i> <i>L. curvatus</i> <i>L. plantarum</i>	Homofermentatívne
	<i>L. brevis</i> <i>L. buchneri</i> <i>L. fermentum</i> <i>L. viridescens</i>	Heterofermentatívne
<i>Pediococcus</i>	<i>P. acidilactici</i> <i>P. cerevisiae</i> <i>P. pentosaceus</i>	Homofermentatívne
<i>Enterococcus</i>	<i>E. faecalis</i> <i>E. faecium</i>	Homofermentatívne
<i>Lactococcus</i>	<i>L. lactis</i>	Homofermentatívne
<i>Streptococcus</i>	<i>S. bovis</i>	Homofermentatívne
<i>Leuconostoc</i>	<i>L. mesenteroides</i>	Heterofermentatívne

(McDonald et al., 1991)

Ako sme už spomínali, niektoré druhy enterobaktérií sú štartérmi fermentačného procesu. Vysoký výskyt enterobaktérií v silážach je však nežiaduci, pretože konkurujú baktériám mliečného kvasenia a spotrebovávajú pre ne tak potrebné jednoduché cukry. Navyše môžu degradovať bielkoviny. Táto degradácia vedie k produkcii toxických látok, ako sú biogénne amíny a rozvetvené mastné kyseliny. Biogénne amíny negatívne ovplyvňujú chuť siláže. Okrem toho, amoniak, ktorý sa tvorí pri proteolýze zvyšuje pufračnú kapacitu silážovaných krmív, a tým pôsobí proti rýchlemu poklesu pH na začiatku fermentačného procesu. Osobitnou vlastnosťou enterobaktérií je ich schopnosť znižovať obsah dusičnanov (NO<sub>3</sub>), a to ich rozkladom na amoniak a oxid dusný. To vedie k zníženiu obsahu dusitanov (NO<sub>2</sub>) ako aj ich inhibičného efektu na rast Clostrídií v silážnej hmote. Rast väčšiny druhov enterobaktérií sa zastavuje pri pH 5,0.

Hlavným pôvodcom nepriaznivého fermentačného procesu sú rôzne druhy klostrídií. V silážach sa najčastejšie vyskytujú *Clostridium butyricum*, *Clostridium sporogenes* a *Clostridium tyrobutyricum* (príčina tzv. neskorej plynatosti u syrov).



Klostrídie môžeme rozdeliť na dve skupiny:

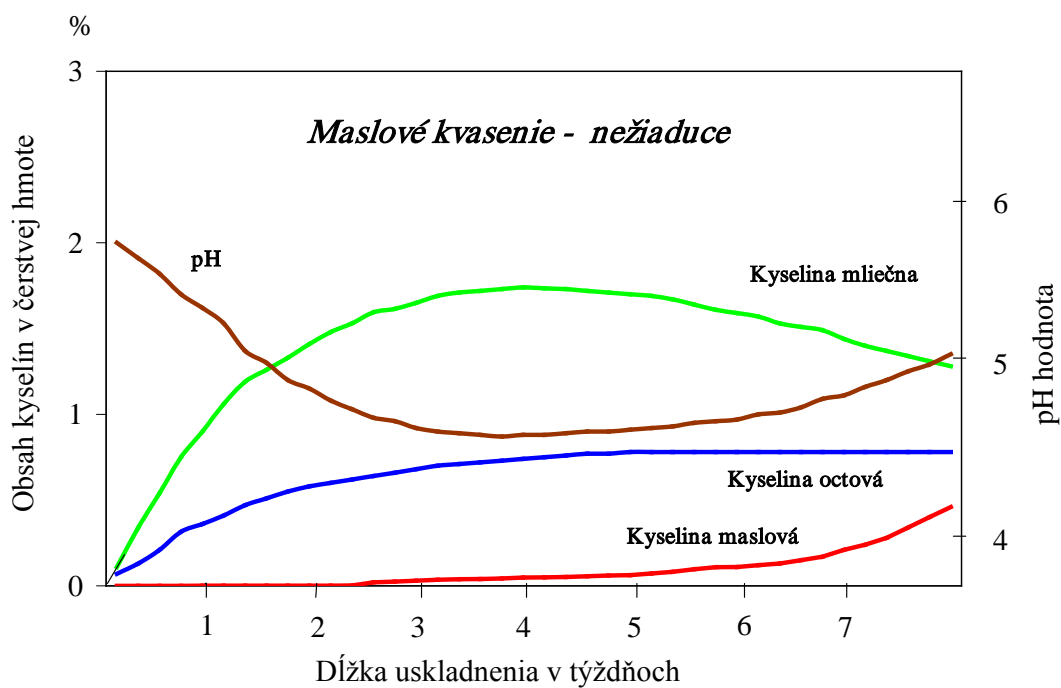
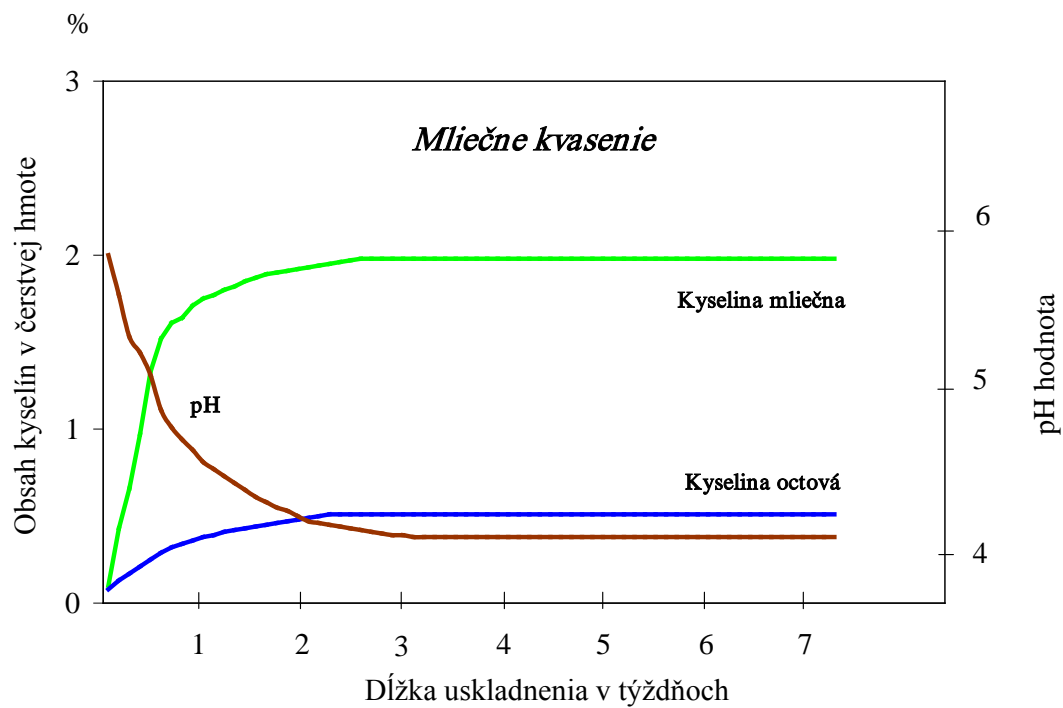
- spôsobujúce sekundárnu fermentáciu, pri ktorej dochádza k transformácii cukrov a organických kyselín (napr. kyselina mliečna) na kyselinu maslovú.
- spôsobujúce proteolýzu, pri ktorej dochádza k rozkladu dusíkatých látok (proteínov) na jednotlivé aminokyseliny a následne na amidy, amíny a amoniak. O amínoch je známe, že znižujú príjem sušiny siláží.

Ďalšími neželanými mikroorganizmami v silážach sú kvasinky. Ich anaeróbne formy fermentujú cukry na etanol a CO<sub>2</sub>. Tento spôsob fermentácie ľahko rozpustných cukrov nielenže znižuje ich množstvo, ktoré je k dispozícii pre baktérie mliečneho kvasenia produkujúce kyselinu mliečnu, ale tiež to môže mať negatívny vplyv na chuť mlieka. Aeróbne druhy kvasiniek zase rozkladajú kyselinu mliečnu na CO<sub>2</sub> a vodu, a tým spôsobujú nárast pH siláže, čo vedie k ďalšiemu rastu škodlivých baktérií. Populácia kvasiniek môže dosiahnuť až 10<sup>7</sup> kolónií tvoriacich jednotiek na gram v priebehu prvých týždňov silážovania a pri dlhodobom skladovaní dochádza k postupnému zníženiu počtu kvasiniek. Ak je počas skladovania v prostredí prístup kyslíka, počet kvasiniek narastá. Prežitie kvasiniek výrazne znižuje vysoká hladina kyseliny mravčej a octovej.

Riziko nepriaznivého maslového kvasenia prebieha v situácii, keď došlo počas silážovania k nekvalitnému utlačeniu konzervovaného krmiva, ak počiatočný nástup fermentačného procesu bol vplyvom nízkeho počtu a nevhodného zloženia mikroorganizmov pomalý a vytvorené množstvo a zloženie kyselín nedokázalo zabrániť rozvoju baktérií maslového kvasenia.

Najdôležitejším faktorom k potlačeniu maslového kvasenia a následnému rastu klostrídií je dostatočne nízke pH vplyvom mliečneho kvasenia. Čím menej vody majú klostrídie k dispozícii, tým sú citlivejšie ku kyslému prostrediu, a tým nižšia koncentrácia kyseliny mliečnej musí byť v siláži. Preto je dostatočné zavädnutie silážovanej hmoty v praxi jedným z najdôležitejších opatrení ako sa vyhnúť maslovému kvaseniu.

Inhibičný účinok na baktérie maslového kvasenia majú aj nitráty, ktorých obsah v krmive je priamo úmerný obsahu dusíkatých látok a úrovni hnojenia krmovín.



## 5. Silážne prípravky

Pre spoľahlivé zaistenie požadovanej úrovne fermentácie je potrebných cca  $10^5$  až  $10^6$  cfu (celkový počet zárodkov) baktérií mliečného kvasenia na 1 gram silážovaného krmiva. Aj keď sa počty baktérií mliečného kvasenia po narezaní silážovaného krmiva a sprístupnení živín obsiahnutých v rastlinných šťavách rýchlo zvyšujú, požadovanú koncentráciu dosahujú veľmi pomaly.

Z tohto dôvodu sa na redukciu nebezpečenstva nežiaduceho priebehu fermentácie využívajú rôzne silážne prípravky. Široká ponuka aditív nastoľuje zásadnú otázku: Ako a podľa čoho vybrať prípravky určené na silážovanie krmív?

K základným parametrom ovplyvňujúcim výber silážneho prípravku zaraďujeme charakter a druh konzervovaného krmiva, obsah sušiny, podmienky pri silážovaní a použitú technológiu. Nemenej dôležité je aj zloženie silážneho prípravku, ktoré určuje sféru jeho pôsobenia.

Vhodným výberom silážneho prípravku a účinnou aplikáciou možno zlepšiť priebeh fermentácie a kvalitu vyrobenej siláže, pričom sa počíta so zvýšením stráviteľnosti organickej hmoty o 1 – 3 %, obsahu energie o 0,1 až 0,3 MJ NEL. Kvalitnejšia siláž zvyšuje príjem krmiva a následne aj mliečnu úžitkovosť, ktorá sa môže zvýšiť až o 1,2 litra na dojnicu a deň.

### Silážne prípravky

Biologické	<b>BMK</b> - Homofermentatívne - Heterofermentatívne	<i>L. plantarum</i> , <i>L. casei</i> , <i>P. acidilacti</i> , <i>E. faecium</i> , <i>S. bovis</i> , <i>Lc. lactis</i> <i>L. buchneri</i> , <i>L. brevis</i> , <i>L. fermentum</i>
Biologicko-enzymatické	<b>BMK + enzýmy</b>	celuláza, hemiceluláza, amyláza, glukózooxidáza, pentozanáza
Biologicko-chemické	<b>BMK</b> + soli organických kyselín	
Biologicko-enzymaticko-chemické	<b>BMK + enzýmy</b> + soli organických kyselín	
Chemické	<b>organické a anorganické kyseliny a ich soli</b>	kyselina mravčia, propiónová, octová, benzoová, sorbová, mravčan amónny, propionát sodný, propionát amónny, propionan amónny, benzoát sodný, nitrid sodný, hexametyléntetramín, sorban draselný

**BMK** – baktérie mliečného kvasenia

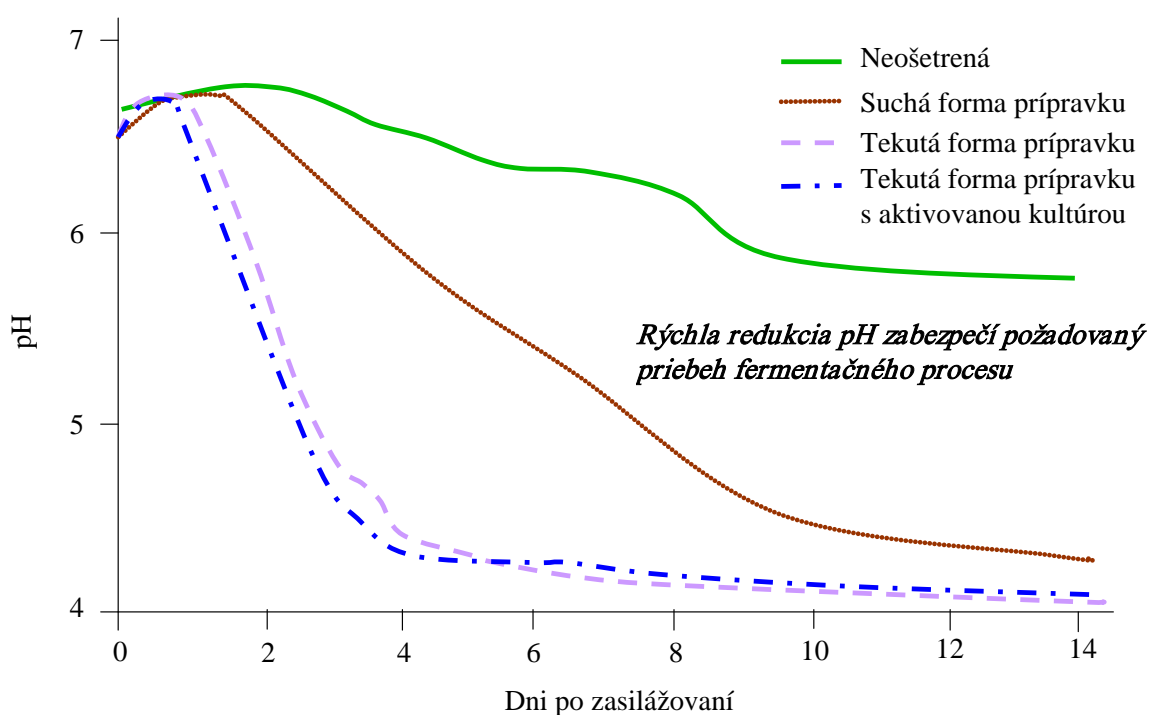
Biologické silážne prípravky (inokulanty) sú určené na urýchlenie a usmernenie priebehu fermentácie v konzervovanom krmive. Obyčajne obsahujú homofermentatívne baktérie mliečného kvasenia, najmä kmene *Lactobacillus spp.* Do niektorých biologických aditív sa pridávajú aj anaeróbne koky, napr. *Enterococcus faecium*, *Lactococcus lactis*, *Pediococcus pentosaceus*, *Pediococcus acidilactici*, *Streptococcus faecium*. Pre ich rýchly rozvoj na začiatku fermentácie sú účinným konkurentom kvasinkám a plesniam a pomáhajú vytvoriť vhodné prostredie pre rozvoj baktérií rodu *Lactobacillus*.

Osobitnou skupinou biologických prípravkov sú prípravky určené na zvýšenie aeróbnej stability siláží. Tieto sú založené na báze heterofermentatívnych baktérií mliečného kvasenia (*Lactobacillus*

*buchneri*, *Lactobacillus brevis*). Zvýšenou produkciou kyseliny octovej a 1,2 – propandiolu zlepšujú aeróbnú stabilitu ľahko silážovateľných krmív ako sú kukurica na siláž, obilné GPS, strukovinoobilné miešanky, ale za určitých podmienok aj trávne siláže.

Efektívnosť použitia biologických prípravkov výrazne ovplyvňuje forma ich aplikácie. Výrobcovia odporúčajú svoje prípravky aplikovať v granulovanej, práškovej a kvapalnej forme. Za najúčinnjšiu formu sa vo všeobecnosti považuje kvapalná a aj tzv. live systém, ktorý je založený na aktivácii prípravku vo vodnom roztoku pred silážovaním. Tým sa docieľa, že baktérie mliečneho kvasenia sú živé a vysoko aktívne už v čase ošetrenia silážovanej hmoty, čím sa ich účinok urýchli. Správnym výberom a použitím biologických aditív sa zabezpečí rýchle zníženie pH silážovanej hmoty a zlepšenie fermentačného procesu so znížením strát živín a zachovaním vysokej nutričnej hodnoty krmiva. V nasledujúcej schéme je znázornená účinnosť biologických inokulantov v závislosti od formy aplikácie prípravkov.

Pokles pH siláže v závislosti od aplikačnej formy biologického prípravku



Pahlow et al. 2003

Biologicko-enzymatické silážne prípravky sú odporúčané pre silážovanie ťažšie silážovateľných krmovín, prípadne krmovín s vyšším obsahom vlákni. Okrem homofermentatívnych baktérií mliečneho kvasenia obsahujú enzymatickú zložku, ktorá má slúžiť pre lepšie uvoľnenie fermentovateľného substrátu z krmovín. Pre zabezpečenie účinnosti enzýmov je potrebné aby fermentačný proces začal prebiehať čo najrýchlejšie a aby došlo k redukcii pH.

Biologicko-chemické a biologicko-enzymaticko-chemické prípravky sa objavili na našom trhu iba nedávno. Ide o kombináciu baktérií mliečneho kvasenia so soľami organických kyselín (benzoát sodný, sorban draselný), prípadne s enzýmami. Prídavok chemickej zložky k inokulantom má zabezpečiť zvýšenie hygienickej kvality a aeróbnej stability siláží.

Použitie všetkých silážnych prípravkov obsahujúcich bakteriálne inokulanty je priamo závislé od kvality silážovaného krmiva, podmienok aplikácie a dodržania technologického postupu. Ich prednosťou je jednoduchá manipulácia, dobrý efekt pri aplikácii v stanovených podmienkach, dobrá skladovateľnosť a pomerne nízka cena. Nevýhodou je citlivosť baktérií na čistotu prostredia, potreba primeraného obsahu vodorozpustných cukrov a zvýšeného obsahu sušiny v konzervovanom krmive.

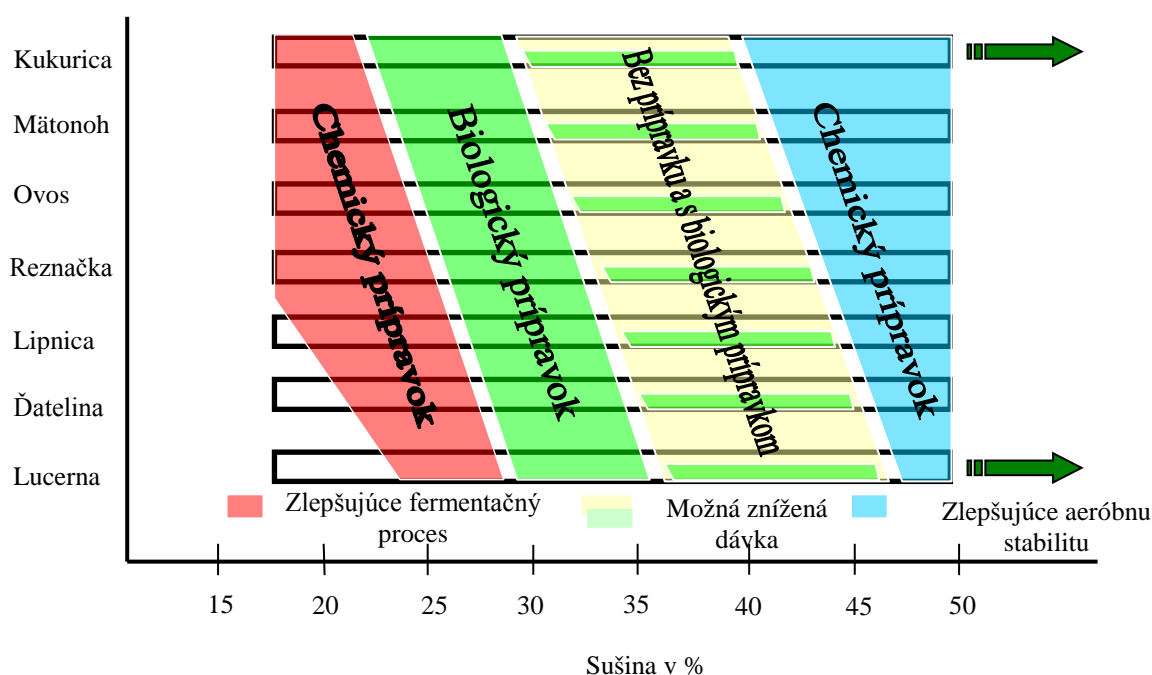
Chemické silážne aditíva sú založené na báze anorganických a organických kyselín alebo solí týchto kyselín. Základnými surovinami pre ich výrobu sú kyseliny mravčia, propiónová, benzoová, octová, sorbová a ich amónne, sodné a vápenaté soli.

Prípravky založené na báze kyselín sú veľmi účinné, a to nezávisle od obsahu cukru v krmivách. Nevýhodou je ich vysoká agresivita, korozívnosť, pri vyšších dávkach obmedzený príjem krmív zvieratami a uvoľňovanie silážnych štiav ale aj ich vysoká cena.

Pri použití chemických prípravkov založených na báze solí kyselín je výhodou ich neutralita, zriedkavá agresivita, dobrá účinnosť a nižšia cena. Tieto prípravky síce potláčajú rozvoj nežiaducej mikroflóry, konzerváciu krmiva však musia zaistiť baktérie mliečneho kvasenia.

Používanie chemických prípravkov sa odporúča hlavne pri silážovaní krmív s veľmi nízkym alebo vysokým obsahom sušiny, pri nepriaznivom priebehu počasia ale aj pri silážovaní veľmi mladých porastov a porastov v jesennom období, kedy je uvádzanie krmiva pomalé. Nárast ich používania sme spozorovali v podnikoch s intenzívnym chovom vysokoúžitkových dojníc, a to aj pri konzervovaní krmív s optimálnym obsahom sušiny. Súvisí to so zmenami pohľadu na silážovanie. Hlavným dôvodom je snaha zlepšiť kvalitu silážovaných krmív a zminimalizovať riziko strát energie a živín, a to aj napriek výrazným cenovým rozdielom medzi chemickými a biologickými prípravkami.

## Použitie silážnych prípravkov pri výrobe siláží



V Nemecku sú silážne prípravky testované, hodnotené a značené podľa DLG – Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V.. Vo Veľkej Británii túto úlohu zastrešuje organizácia UKASTA – UK Agricultural Supply Trade Association Ltd.. Značku kvality od týchto spoločností prípravok získa iba v tom prípade, ak spĺňa určité, predom stanovené kritériá (napr. zlepšuje výsledok fermentácie, aeróbnou stabilitu, úžitkovosť). Značku DLG alebo UKASTA môžu aditíva získať, pokiaľ prejdú náročnými skúškami a týka sa aj výrobkov firiem z iných krajín ako je Nemecko alebo Veľká Británia.

Podľa DLG sú prípravky hodnotené v piatich triedach. V prvej triede je hodnotená kvalita fermentačného procesu, zvlášť pre krmoviny ťažko silážovateľné (kategória 1a, krmivo s obsahom cukrov pod  $150 \text{ g.kg}^{-1}$  sušiny), stredne ťažko silážovateľné (1b), ľahko silážovateľné (1c) a veľmi ľahko silážovateľné (1d). V druhej triede sa hodnotí schopnosť prípravku zlepšiť aeróbnou stabilitu, v tretej schopnosť redukovať uvoľňovanie silážnych štiav. Trieda 4 je rozdelená do troch kategórií,

udelenie značky DLG v triede „4a“ znamená, že bol v testoch zistený významný vplyv aditíva na zlepšenie príjmu siláže. Zaradenie do triedy „4b“ potvrdzuje zlepšenie stráviteľnosti a do triedy „4c“ produkčnej účinnosti. Prípravok v triede 5 má schopnosť preventívne zamedziť rozvoju klostrídií v silážach.

UKASTA udeľuje svoju značku kvality v troch triedach. Prvá je za vplyv na silážny proces, označuje sa písmenom C (C1 – zlepšuje fermentačný proces, C2 – zvyšuje aeróbnú stabilitu, C3 – redukuje uvoľňovanie silážnych štiav). V druhej triede sú zaradené aditíva ovplyvňujúce krmnú hodnotu siláže a označujú sa písmenom B (B1 – zlepšujú chuťnosť a príjem, B2 – zvyšujú krmnú hodnotu, predovšetkým stráviteľnosť, B3 – zvyšujú využitie bielkovín a energie). Tretia trieda označovaná písmenom A sa rozdeľuje do dvoch podtried, A1 – zvyšujúce prírastky živej hmotnosti a A2 – zvyšujúce produkciu mlieka.

Na Slovensku museli byť v predchádzajúcich rokoch všetky silážne prípravky predávané na našom trhu zaregistrované. Proces registrácie bol pomerne náročný a zdĺhavý. Po vstupe do EÚ postačovala registrácia prípravku v ktorejkoľvek krajine EÚ a u nás vyplývala pre firmu len oznamovacia povinnosť o jeho predaji. V súlade s článkom 7 nariadenia EC č. 1831/2003 v súčasnosti prebieha nová registrácia všetkých aditív predávaných v Európskej únii. Podľa tohto nariadenia musia firmy, najneskôr do 8 novembra 2010 preregistrovať všetky doplnkové látky povolené bez časového obmedzenia, čo taktiež platí pre doplnkové látky určené k silážovaniu v súlade s odstavcom 7 článku 10 uvedeného nariadenia. Z tohto dôvodu možno predpokladať, že po roku 2010 sa na našom trhu počet ponúkaných konzervačných prípravkov podstatne zníži.

## 6. Silážovanie

Silážovanie je z pohľadu prebiehajúcich procesov možné rozdeliť do viacerých na seba naväzujúcich fáz. Podľa Weinberga a Mucka (1996) alebo podľa Merryho a kol. (1997) je najvhodnejšie ho rozdeliť do 4 fáz:

- 1) Aeróbná fáza – trvá obvykle iba niekoľko hodín po utlačení a zakrytí siláže. Dochádza v nej k zníženiu množstva atmosférického kyslíka, a to v dôsledku dýchania rastlinného materiálu a pôsobenia aeróbných a fakultatívne aeróbných mikroorganizmov (enterobaktérie, kvasinky). Rastlinné enzýmy, ako sú proteázy a karbohydrázy sú v tejto fáze ešte stále aktívne, a to v závislosti od poklesu pH pod 6,5 – 6,0. Rozkladajú ľahko rozpustný cukor na oxid uhličitý a vodu. Nadmerné teplo vytvorené v priebehu tejto fázy môže vyvolať Maillardovu reakciu, ktorá znižuje stráviteľnosť glycidov a bielkovín.
- 2) Fermentačná fáza – predstavuje množenie anaeróbných baktérií, hlavne mliečneho kvasenia, ktoré produkujú organické kyseliny, a to najmä kyselinu mliečnu. Trvá spravidla 7 až 14 dní, a to v závislosti od počasia pri zbere, druhu a štádia zrelosti silážovaného krmiva, dĺžky rezanky, od spôsobu utlačenia ale aj typu silážneho žľabu. Nakoniec baktérie mliečneho kvasenia vyčerpajú zásobu vodorozpustných cukrov a kyslosť silážovanej hmoty sa zníži na pH 3,8 až 4,2. To spôsobí zastavenie biologických procesov v silážovanom krmive a nástup fázy stability siláže.
- 3) Fáza stability siláže – klesá počet väčšiny mikroorganizmov, ktoré boli aktívne vo fáze 2. Niektoré mikroorganizmy tolerantné voči kyselinám prežijú toto obdobie v takmer neaktívnom stave, iné, ako napr. klostrídie, vytvoria spóry. V tomto štádiu je potrebné zabrániť prístupu kyslíka do silážnej hmoty. Kyslík, ktorý sa dostáva do siláže zvyšuje aktivitu plesní, kvasiniek a nežiaducich aeróbných baktérií. Tieto mikroorganizmy siláž rozkladajú a produkujú mykotoxíny a iné patogénne látky. Taktiež dochádza k podstatnému úbytku sušiny.
- 4) Fáza vyberania – začína v momente, keď je siláž vystavená pôsobeniu vzduchu a začínajú rozkladné procesy. Je ich možné rozdeliť do dvoch etáp. V prvej pôsobia kvasinky na organické kyseliny, najmä na kyselinu mliečnu. Dochádza k zvýšeniu pH siláže a fáza vyberania prechádza do druhej etapy, ktorá je charakteristická nárastom teploty a pôsobením fakultatívne aeróbných baktérií (enterobaktérie). K aeróbnemu poškodeniu dochádza takmer vo všetkých silážach. Miera znehodnotenia však závisí od počtu a aktivity jednotlivých baktérií. Strata sušiny môže dosahovať až 3 % denne na každých 10 °C zvýšenej teploty. Tieto straty sú v rovnakom rozsahu ako straty, ktoré môžu nastať v hermetických silách v priebehu niekoľkých mesiacoch skladovania.

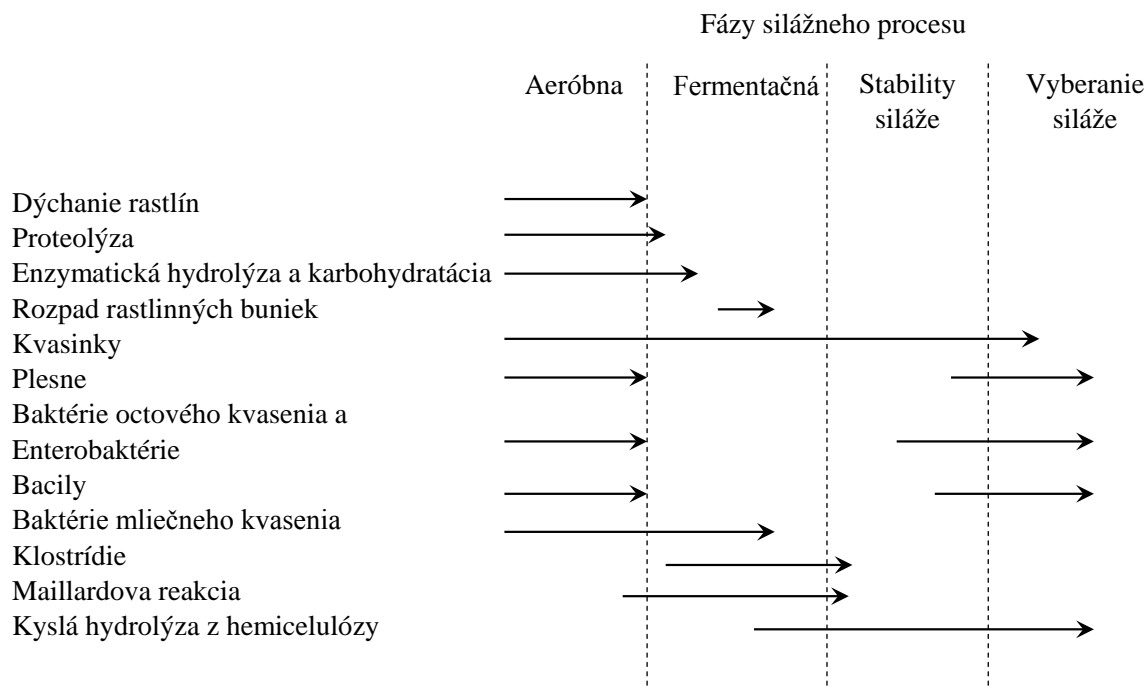
Z uvedeného je zjavné, že pre samotný fermentačný proces je dôležitý už jeho nástup. Čím rýchlejšie naštartujú baktérie mliečneho kvasenia svoju činnosť, tým viac živín a energie sa v krmive zachová. Pre správny priebeh fermentácie sa vyžaduje striktné anaeróbne prostredie. K úplnému ukončeniu kvasných procesov v siláži dochádza po 90 dňoch fermentácie. Napriek tomu, je možné ich skrmovať aj skôr. Pre väčšinu krmív platí, že sú bez rizika skrmiteľné po 6 – 8 týždňoch fermentácie. Názory, že siláž je možné skrmovať už po 1 – 2 týždňoch nepovažujem za správne. Popierajú vlastnú podstatu silážovania a sú aj dietetickým rizikom pre zvieratá.

### 6.1. Silážovanie trávnych porastov

U nás predstavujú trávne porasty až 78 % z pestovateľských plôch krmovín, pričom väčšina ich produkcie sa silážuje. Hoci sa silážovanie trávnych porastov nepovažuje za problematické, v kvalite trávnych siláží sú stále veľké rezervy. Na základe prieskumu kvality u nás vyrobených siláží sme zistili, že v trávnych silážach je stále vysoký obsah vlákniny, pričom 70 % trávnych siláží prekračuje obsah vlákniny 260 g v kilograme sušiny a až 20 % siláží obsah vlákniny 300 g. Tieto údaje svedčia o tom, že zber trávnych porastov na silážovanie začal vo väčšine podnikov neskoro.

Najvhodnejšou fázou pre zber trávnych porastov na silážovanie je začiatok klasenia (metania). Je to presne vtedy, keď sa v 1/3 fertálnych odnoží tráv začínajú objavovať hlavičky klasov. Vtedy má porast vysoký obsah stráviteľných živín a energie a z pestovateľského hľadiska aj dobrú schopnosť odrastania do ďalšej kosby.

Hlavné mikrobiálne a chemické procesy počas jednotlivých silážnych fáz (Muck, 1993)



V niektorých podnikoch zameraných na chov vysokoprodukčných dojníc sa stretávame aj so zberom tráv (ale hlavne d'atelinovín) ešte v skorších vegetačných štádiách. Cieľom je vyrobiť krmivo s vysokou koncentráciou N-látok a energie aj napriek nižšej celkovej úrode. Silážovanie veľmi mladých porastov si vyžaduje dobré počasie, veľkú operatívnosť a flexibilitu. Dôležitá je rýchlosť uvádzania a dosiahnutie vyššej sušiny silážovanej hmoty. Stabilita mladých porastov je totiž nižšia a ich sklon k proteolýze je vyšší ako u starších porastov. Silážovanie takýchto porastov môže úspešne zvládnuť len mechanizačne a kapacitne dobre vybavený podnik.

Ďalším dôležitým faktorom ovplyvňujúcim výrobu siláží je sušina konzervovanej hmoty. Jej význam priamo úmerne narastá so zhoršovaním silážovateľnosti krmiva. U trávnych porastov obyčajne nebýva takou problematickou. V prípade daždivého počasia, kedy nie je možné zabezpečiť rýchle uvádzanie silážovaného krmiva na požadovanú sušinu, neodporúčame čakať kým sa počasie zlepší ale považujeme za lepšie riešenie silážovať takéto krmivo s aplikáciou chemického konzervačného prípravku. V prípade veľmi horúceho počasia odporúčame skrátiť dobu uvádzania aby sme predišli problémom, ktoré vznikajú pri silážovaní hmoty s vysokým obsahom sušiny (vysoké zberové straty, zlá utlačiteľnosť krmiva, aeróbná nestabilita vyrobenej siláže ...).

Pre trávne porasty v zásade platí, že optimálne je silážovanie uvádzanej hmoty s obsahom sušiny 30 – 35 % a s aplikáciou biologických aditív. Biologické prípravky slúžia na usmernenie a urýchlenie priebehu fermentačného procesu, čím sa maximalizuje uchovanie výživných látok a energie v krmive a minimalizujú sa vznikajúce hmotnostné straty (tab. 10). Rýchly nástup fermentačného procesu je sprevádzaný množením baktérií mliečneho kvasenia a poklesom pH, čím sa vytvárajú inhibičné podmienky pre rast nežiadúcich baktérií (baktérie maslového kvasenia, klostrídie a pod.).



Pre výrobu kvalitnej trávnej siláže odporúčame dodržiavanie nasledovných zásad:

- maximálne urýchlenie uvädania použitím kondicionérov a obracaní
- pravidelné obracanie počas uvädania
- obmedzenie ležania času krmiva na zemi na 1, najviac 2 dni
- použitie silážneho prípravku ako integrujúceho prvku pri výrobe siláže
- výber druhu a dávky silážneho prípravku pre aktuálny obsah sušiny
- obmedzenie času plnenia silážneho žľabu maximálne na 3 dni
- dôkladné zakrytie naplneného silážneho žľabu

**Tabuľka 10.** Ukazovatele fermentačného procesu v trávnych silážach.

	<b>Bez prípravku</b>	<b>S biologickým prípravkom</b>
<i>Trávna siláž s nízkym obsahom sušiny</i>		
Sušina v g	26,66	28,59
Straty sušiny v %	14,52	8,16
pH	4,09	3,96
Kyseliny v g.kg <sup>-1</sup> sušiny		
- mliečna	75,25	83,21
- octová	20,72	14,80
- propiónová	1,96	1,55
- maslová + i. m.	1,33	1,03
- valérová + i. v.	0,51	0,43
- kaprónová	1,04	0,45
NH <sub>3</sub> -N z celkového N v %	11,66	4,67
Alkohol v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	1,71	1,14
<i>Trávna siláž s vysokým obsahom sušiny</i>		
Sušina v g	369,80	381,37
Straty sušiny v %	7,85	3,48
pH	4,64	3,82
Kyseliny v g.kg <sup>-1</sup> sušiny		
- mliečna	25,84	45,33
- octová	9,15	1,84
- propiónová	0,32	0,04
- maslová + i. m.	1,30	0,23
- valérová + i. v.	0,07	0,23
- kaprónová	0,03	0,03
NH <sub>3</sub> -N z celkového N v %	4,92	2,75
Alkohol v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	2,56	1,23

Na základe našich poznatkov získaných so silážovaním rôznych trávnych porastov sme vypracovali odporúčanie pre praktické použitie silážnych prípravkov pri silážovaní trávnych porastov.

Použitý silážny prípravok	Sušina trávneho porastu po uvádzaní		Poznámka
	nižší obsah cukrov	vyšší obsah cukrov	
Chemický	do 27 %	do 25 %	pre zlepšenie fermentácie
Biologický	27 – 35 %	25 – 33 %	na báze homofermentatívnych baktérií mliečneho kvasenia
Bez prípravku alebo biologický	35 – 44 %	33 – 42 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>- možná aplikácia zníženej dávky biologického prípravku</li> <li>- znížená účinnosť aplikácie aditív v granulovanej a práškovej forme</li> <li>- nad 40 % suš. sa zvyšuje riziko zlého utlačenia a zhoršenia aeróbnej stability siláže, všetky biologické aditíva strácajú svoju účinnosť</li> </ul>
Chemický	nad 44 %	nad 42 %	pre zlepšenie aeróbnej stability

## 6.2. Silážovanie d'ateliny lúčnej

Ďatelinové siláže predstavujú cenný zdroj bielkovín vo výžive hovädzieho dobytku v podhorských a horských oblastiach. Z nášho prieskumu kvality siláží vyrobených v poľnohospodárskych podnikoch vyplynulo, že viac ako 50 % d'atelinových (ale aj lucernových) siláží má vyšší obsah vlákniny ako 300 g.kg<sup>-1</sup> sušiny! Toto zistenie poukazuje na neskorý zber krmiva a odzrkadľuje sa aj na výslednej kvalite siláží.

Ďalším často sa vyskytujúcim problémom je nepriaznivý priebeh fermentačného procesu d'atelinovinových siláží spôsobený nesprávnym obsahom sušiny v silážovanej hmote. Obsah sušiny je limitujúcim faktorom aktivity a rastu jednotlivých skupín mikroorganizmov. Z praktického hľadiska to znamená, že zvýšený obsah sušiny inhibuje rozvoj nežiaducich mikróbov a vytvára lepšie podmienky pre správny priebeh konzervačného procesu. Platí zásada, že čím je vyššia vlhkosť v silážovanom krmive, tým intenzívnejšie a spontánnejšie prebieha vlastná fermentácia, a tým vzniká väčšie množstvo fermentačných produktov. Tvorba fermentačných produktov je výsledkom mikrobiálnej činnosti, a preto je vždy spojená so stratami základných živín. Pre konzerváciu krmív a príjem krmiva nie je žiaduce veľmi vysoké množstvo fermentačných produktov. Rozhodujúce nie je len množstvo, ale aj zloženie fermentačných produktov. Vysoký podiel jednotlivých kyselín môže negatívne vplyvať na kyslosť a chuťnosť krmiva.

Používanie biologických aditív na báze homofermentatívnych baktérií mliečneho kvasenia pri silážovaní d'atelinovín považujeme za veľmi dôležité. Inokuláciou sa urýchľuje nástup a priebeh fermentačného procesu, stimuluje sa tvorba kyselín a zrýchľuje sa pokles pH, čo sa prejaví aj na znížení obsahu amoniakálneho dusíka. V čerstvom krmive sa pH pohybuje okolo 6,5, pričom je nevyhnutné do 48 hodín od zasilážovania znížiť jeho úroveň na 4,2. Touto výraznou acidifikáciou sa inhibuje rozvoj nežiaducich mikroorganizmov (klostrídie, enterobaktérie, kvasinky, plesne), dochádza ku aktivizácii vnútorastlinných enzýmov (proteázy), čo prispieva k zachovaniu nutričnej hodnoty a stráviteľnosti krmiva.

Typickým príkladom účinku biologických silážnych prípravkov je experiment s d'atelinou lúčnou, v ktorom bolo po 24 hodinách od zasilážovania krmiva v neošetrenej siláži stanovené pH na úrovni 5,2 a v siláži inokulovanej *Lactobacillus plantarum* iba 4,3. Zistené hodnoty sú dôkazom rýchlejšieho nástupu fermentácie v ošetrenej siláži. S rýchlosťou poklesu pH úzko súvisí obsah fermentačných kyselín v siláži, ale aj obsah amoniaku a degradácia bielkovín, ktorú vyjadruje stupeň proteolýzy. Rozdielna počiatková rýchlosť fermentácie sa prejaví aj na konečnej kvalite vyrobenej siláže (tab. 11).

**Tabuľka 11.** Parametre fermentačného procesu ďatelinovej siláže

Ukazovateľ	Ďatelinová siláž	
	bez prípravku	s biologickým prípravkom
Sušina v g.kg <sup>-1</sup> č. hm.	272,4	273,5
Straty sušiny v %	4,4	3,7
pH	4,3	4,0
Kyseliny v g.kg <sup>-1</sup> sušiny:		
- mliečna	60,5	89,6
- octová	11,6	6,3
- maslová	0,2	0,2
UMK spolu v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	12,2	7,2
Alkohol v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	6,1	4,6
NH <sub>3</sub> -N z celkového N v %	8,6	5,5

Aplikáciou biologického silážneho prípravku došlo v silážach k zníženiu strát hmotnosti sušiny, k zníženiu hodnoty pH, obsahu kyseliny octovej, alkoholu a amoniakálneho dusíka a k zvýšeniu obsahu kyseliny mliečnej.

Ak je v čase kosby ďateliny chladné a daždivé počasie, hrozí zvýšené riziko výroby nekvalitných siláží s vysokým obsahom kyseliny maslovej a octovej, ale aj s vysokou proteolýzou. Úroveň proteolýzy by sa mala pohybovať maximálne do 8 % NH<sub>3</sub>-N z celkového N. Ak proteolýza v siláži prekračuje 12 %, siláž môžeme kvalifikovať ako nevydarenú, ak prekročí 16 % považujeme siláž za zlú.

Aplikácia akéhokoľvek silážneho prípravku nemôže riešiť kvalitu silážovanej hmoty vždy a za akýchkoľvek podmienok. Medzi silážnymi prípravkami je potrebná diferenciácia tak ako medzi každým tovarom. Len vhodný výber prípravku na konkrétnu situáciu zaručuje dosiahnutie požadovaných výsledkov. Ako príklad môžeme uviesť ďatelinovú siláž z poľnohospodárskeho podniku nachádzajúceho sa v podhorskej oblasti (tab. 12).

**Tabuľka 12.** Ďatelinová siláž – PD Spišská Belá

Ukazovateľ	Obsah v g.kg <sup>-1</sup> sušiny
Sušina	208,8
N-látky	191,0
Vláknina	205,9
pH	4,2
Kyseliny mliečna	100,0
maslová	0,0
octová	23,3
Alkohol	4,8
NH <sub>3</sub> -N z celkového N v %	5,9

Konzervované chemickým silážnym aditívom

Siláž bola vyrábaná vo veľmi nepriaznivých meteorologických podmienkach s vysokým množstvom zrážok (45 mm počas 4 dní). Dobře zvolený silážny prípravok (chemický) a výborné zvládnutie manažmentu celej technológie silážovania prispeli k výslednej kvalite siláže, ktorá bola podľa platnej klasifikácie zaradená do I. triedy. Tento praktický príklad dokazuje, že za nepriaznivých podmienok je oveľa efektívnejšie silážované krmivo konzervovať drahším

chemickým prípravkom, ako zvoliť lacnejšiu biologickú alternatívu. V prípade nepriaznivého počasia, kedy d'atelina nemôže dostatočne uvädnúť a dosiahnuť sušinu aspoň 28 % (optimum 33 – 38 %), je aplikácia biologických aditív veľmi riskantným riešením.

### 6.3. Silážovanie lucerny siatej

Lucerna je cenným bielkovinovým krmivom hlavne pre vysoký obsah dusíkatých látok. Nezanedbateľný je však aj obsah minerálnych látok (P, Ca, Mg, K, S, Fe) a vitamínov ( $\beta$ -karotén, B, C, D, E, K). Koncentrácia živín v nej je výrazne ovplyvňovaná klimatickými podmienkami a agrotechnikou pestovania.

Silážovanie lucerny siatej nie je možné priamo po pokosení ale vyžaduje uvädanie pokosenej hmoty. Proces uvädania je prirodzene sprevádzaný degradáciou živín v krmive (tab. 13). Ideálne je, ak uvädanie porastu prebehne do 24 hod. Ak poveternostné podmienky nedovoľujú aby sa v silážovanom krmive dosiahol optimálny obsah sušiny do 48 hod. od pokosenia porastu, neodporúčame dlhšie čakať na lepšie počasie, pretože v hmote dochádza k výrazným stratám koncentrácie živín, ako aj k rozvoju nežiaducich klostrídií, ktoré sú príčinou rozkladných procesov a rozvoja kvasiniek a plesní v silážach.

Pre silážovanie lucerny je optimálny obsah sušiny 37 – 42 %. Aj u lucerny platí, že čím viac vody je v silážovanom krmive k dispozícii pre mikrobiálnu činnosť, tým intenzívnejšie a spontánnejšie prebieha vlastná fermentácia. V dôsledku toho dochádza k vysokej produkcii unikavých mastných kyselín a amoniakálneho dusíka, ale aj k zníženiu stráviteľnosti organických živín, a to až pod 60 %. Pri kŕmení zvierat môže mať veľmi vysoký obsah unikavých mastných kyselín negatívny dopad aj na príjem siláže. Z uvedených dôvodov je potrebné, aby fermentačný proces pri silážovaní lucerny s nízkym obsahom sušiny neprebíhal spontánne, ale aby bol usmerňovaný aplikáciou chemických silážnych prípravkov, ktoré dokážu zachovať kvalitu krmiva aj v takýchto sťažených podmienkach.

**Tabuľka 13.** Charakteristika porastu lucerny siatej pred a po uvädaní

	<b>Pokosená</b>	<b>Uvädnutá</b>
Sušina v g	202,5	383,2
OH v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	899,7	875,2
N-látky v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	223,1	207,5
Vláknina v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	229,8	302,1
ADV v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	265,0	378,5
NDV v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	333,7	442,6
BNLV v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	422,6	349,7
Cukry celkové v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	74,0	46,2
Cukry redukujúce v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	49,6	41,9
Tuk v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	24,2	15,9
Popol v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	100,3	124,9
ME v MJ.kg <sup>-1</sup> sušiny	9,72	8,95
NEL v MJ.kg <sup>-1</sup> sušiny	5,72	5,16
PDI v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	84,29	75,79

Aplikácia biologických prípravkov alebo silážovanie bez akýchkoľvek silážnych aditív je pri lucerne obsahujúcej sušinu pod 32 % veľmi riskantným riešením.

So stúpajúcim obsahom sušiny sa zlepšuje silážovateľnosť aj priebeh fermentačného procesu bielkovinových krmív. Nadmerný nárast obsahu sušiny v lucerne (nad 45 %) spôsobuje vysoké

straty živín, najmä odrolom a zhoršuje utlačiteľnosť krmiva. Zle utlačené krmivo je náchylnejšie k nepriaznivému priebehu fermentácie. Siláže s príliš vysokým obsahom sušiny vykazujú nižšiu aeróbnú stabilitu a majú vyššie predpoklady k nežiaducemu sekundárnemu fermentačnému kvaseniu.

V laboratórnych podmienkach silážovania prebehol fermentačný proces lucerny s optimálnym obsahom sušiny dobre aj v siláži, ktorá nebola ošetrovaná silážnym prípravkom (tab. 14). Napriek tomu bola celková kvalita vyrobených siláží lepšia v ošetrovaných variantoch. V praktických podmienkach do priebehu fermentačného procesu vstupuje viacero vonkajších faktorov, preto sú rozdiely medzi ošetrovanými a neošetrovanými silážami výrazne vyššie v prospech ošetrovaných siláží.

Pre kvalitu bielkovinových siláží je veľmi dôležitým parametrom úroveň proteolýzy, ktorá svedčí o neefektívnom rozklade N-látok. U stredne a ťažko silážovateľných krmív je ideálne ak sa jej hodnoty pohybujú maximálne do 8 %  $\text{NH}_3\text{-N}$  z celkového N. V prípade, ak proteolýza v siláži prekračuje 12 %, siláž môžeme kvalifikovať ako nevydarenú, ak prekročí 16 % považujeme siláž za zlú.

**Tabuľka 14.** Ukazovatele fermentačného procesu v lucernových silážach

Ukazovateľ n = 6	Kontrola	* Chemický prípravok	** Biologický prípravok
	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$
pH	4,90	4,78	4,43
Kyseliny v g.kg <sup>-1</sup> sušiny			
- mliečna	44,0	52,9	72,8
- octová	14,0	10,9	15,5
- propiónová	0,5	0,3	0,6
- maslová + i.m	2,1	0,5	0,7
- valérová + i.m	0,4	0,3	0,4
- kaprónová + i.m	0,07	0,03	0,03
Alkohol v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	3,2	1,6	2,0
$\text{NH}_3\text{-N}$ z celkového N v %	11,2	7,9	9,1

\* – 24,4 % nitridu sodného, 16,3 % hexametyléntetramínu, aplikačná dávka 2,0 ml.kg<sup>-1</sup>

\*\* – *Lactobacillus. plantarum* (2 kmene), *Pediococcus acidilactici* (2 kmene), celulóza, aplikačná dávka 2,0 ml.kg<sup>-1</sup>

Využívanie silážnych prípravkov (biologických, biologicko-enzymatických, chemických aj kombinovaných) má pri výrobe siláží a najmä lucernových siláží svoje opodstatnenie. Je potvrdené, že zlepšuje priebeh fermentácie, nutričnú hodnotu, stráviteľnosť i hygienickú kvalitu siláží. Tiež znižuje straty, ktoré sprevádzajú proces silážovania. Všetky silážne prípravky majú presne vymedzenú účinnosť a podmienky použitia. Nie sú žiadnym všeliekom a nemôžu nahradiť nedostatky technologickej disciplíny v ktorejkoľvek fáze procesu silážovania. Stále platí zásada, že z nekvalitného krmiva nemožno vyrobiť kvalitnú siláž. Iba poctivá práca spojená s prísnyim dodržiavaním technológie vytvára predpoklady pre ekonomickú rentabilitu vynaloženého úsilia.

#### 6.4. Silážovanie hrachu siateho

Hrach siaty sa ako silážna krmovina obyčajne pestuje tromi spôsobmi. Najčastejšie je to v miešanke s obilninami, potom ako krycia plodina pre viacročné krmoviny a nakoniec ako monokultúra. Pestovanie strukovino-obilných miešaniiek a ich silážovanie vo forme GPS je dobre známe a pomerne obľúbené. Tieto miešanky majú obyčajne jeden zásadný problém. Je ním vysoký obsah vlákniny a z neho vyplývajúca nízka stráviteľnosť. Spôsobuje ho najmä vysoký podiel jačmeňa. Od druhých dvoch spôsobov sa v minulosti upustilo. Bolo to najmä z dôvodu nestability úrod a polievavosti rastlín. V súčasnosti sa situácia zmenila, pretože sa šľachtením podarilo tieto riziká zmierniť. Ako krycia plodina podsevo sú najvhodnejšie odrody bezlistého úponkového

hrachu typu semi-leafless. Tieto odrody sú nepoliehavé a vďaka minimu listov sú vynikajúcimi kryciami plodinami. Pre monokultúrne pestovanie sú vhodnejšie listové odrody hrachu. Obsahujú viac dusíkatých látok a lepšie udržujú vlahu.

Porast určený na silážovanie sa zberá vo fáze mliečnej zrelosti hrachu. Zber sa robí dvojfázovo. Po kosbe sa nechá hmota uvädať. Optimálne je, keď obsah sušiny v hmote po uvädaní dosahuje 30 – 35 %.

Ak krmivo obsahuje veľmi nízku úroveň sušiny, silážovanie je sprevádzané zvýšeným odtokom silážnych štiav a s nimi aj živín. Problémom môže byť aj ťažko kontrolovateľný priebeh fermentácie. Pri nízkom obsahu sušiny prebieha fermentačný proces veľmi intenzívne. Ak podmienky pri výrobe krmiva nie sú ideálne, veľmi ľahko sa môže stať, že namiesto mliečného kvasenia prebehne v siláži octové alebo maslové kvasenie. V situácii kedy nemožno nechať krmivo dostatočne uvädať, toto riziko zníži vhodne zvolený chemický silážny prípravok.

**Tabuľka 15.** Parametre fermentačného procesu v hrachových silážach (v g.kg<sup>-1</sup> sušiny)

	Siláž bez prípravku	Siláž ošetrená prípravkom	
		biologickým	chemickým
<i>Siláž s nízkym obsahom sušiny</i>			
Sušina	233	233	235
Straty sušiny v %	0,92	0,79	0,47
pH	3,97	3,92	4,03
Kyselina mliečna	105,2	124,8	84,2
Kyselina octová	24,5	24,6	19,3
Kyselina maslová	3,1	0,6	0,5
NH <sub>3</sub> -N z celkového N v %	10,1	8,8	9,0
NEL v MJ.kg <sup>-1</sup> sušiny	5,39	5,40	5,40
PDI v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	76,70	76,87	77,10
<i>Siláž s vyšším obsahom sušiny</i>			
Sušina	397	398	399
Straty sušiny v %	4,09	3,78	3,65
pH	4,18	4,16	4,16
Kyselina mliečna	82,5	95,8	75,3
Kyselina octová	12,1	11,3	7,9
Kyselina maslová	1,0	0,7	0,6
NH <sub>3</sub> -N z celkového N v %	8,2	7,5	7,7
NEL v MJ.kg <sup>-1</sup> sušiny	5,59	5,60	5,60
PDI v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	66,58	64,62	68,68

Pri veľmi dlhom čase uvädania hrozí nadmerný nárast obsahu sušiny v krmive, v dôsledku čoho môžu vznikáť vysoké straty živín spôsobené odrolom a vypadávaním hrachu zo strukov. Zhorší sa aj utlačiteľnosť krmiva. Zle utlačené krmivo obsahuje viac kyslíka, a preto je náchylnejšie k nepriaznivému priebehu fermentácie. Siláže vysokým obsahom sušiny vykazujú nižšiu aeróbnú stabilitu a majú vyššie predpoklady k nežiaducemu sekundárnemu fermentačnému kvaseniu.

Výsledky našich laboratórnych pokusov potvrdzujú, že hrachová siláž fermentuje veľmi dobre. Aplikáciou biologických prípravkov oproti neošetrenej siláži došlo k poklesu pH, zvýšeniu obsahu kyseliny mliečnej, zníženiu koncentrácie kyseliny octovej a maslovej, k zníženiu proteolýzy a fermentačných strát sušiny. Aplikáciou chemického prípravku sa zmiernil priebeh fermentácie. To sa odrazilo na znížení fermentačných produktov, ale aj proteolýzy a strát sušiny. Jeho výhodou je konzervačný efekt a vyššia stabilita siláže.

V praktických podmienkach je výroba siláže ovplyvňovaná viacerými faktormi, ktoré sa môžu odrážať na zhoršení priebehu fermentácie. Stretávame sa s omnoho vyššími stratami sušiny v silážach. Úroveň proteolýzy býva tiež podstatne vyššia. Ak presahuje 16 %, siláž nesmie byť skrmovaná bez vyšetrenia na zdravotno-hygienické ukazovatele.

Dobrá hrachová siláž podporuje bachorovú mikroflóru. Pre dobytok je chutným krmivom, zlepšuje celkový príjem krmív, a tým priaznivo ovplyvňuje mliečnu úžitkovosť. Priaznivo vplýva aj na obsah bielkovín a tuku v mlieku. Vzhľadom k nízkej koncentrácii NEL však nie je vhodná ako základné krmivo pre vysokoúžitkové dojnice.

### 6.5. Silážovanie celých rastlín obilnín

Silážovanie husto siatych obilnín má v našich podmienkach svoju dlhoročnú tradíciu. Všeobecne je považované za nenáročné, a preto mu nie je venovaná zvláštna pozornosť.

Siláže z celých rastlín obilnín (GPS) reprezentujú skupinu krmovín, pre ktoré je charakteristický úzky vzťah medzi stupňom zrelosti a koncentráciou vodorozpustných cukrov, čo zásadne ovplyvňuje ich silážovateľnosť. V skorých fázach rastu obilnín dominuje v obsahu vodorozpustných cukrov podiel glukózy a fruktózy, ktoré sú základnými živinami pre baktérie mliečneho kvasenia a sú nevyhnutné pre dobrý priebeh fermentačného procesu. S postupným dozrievaním sa ich podiel znižuje a zvyšuje sa podiel vyšších cukrov, ktoré sú pre baktérie mliečneho kvasenia ťažšie prístupné.

Obilniny majú maximálny obsah vodorozpustných cukrov vo fáze mliečnej zrelosti. Od jej dosiahnutia ich koncentrácia stále klesá a stúpa podiel polysacharidov (graf 1). V zhode s nárastom obsahu škrobu je aj stúpajúci podiel klasov v dozrievajúcom krmive.

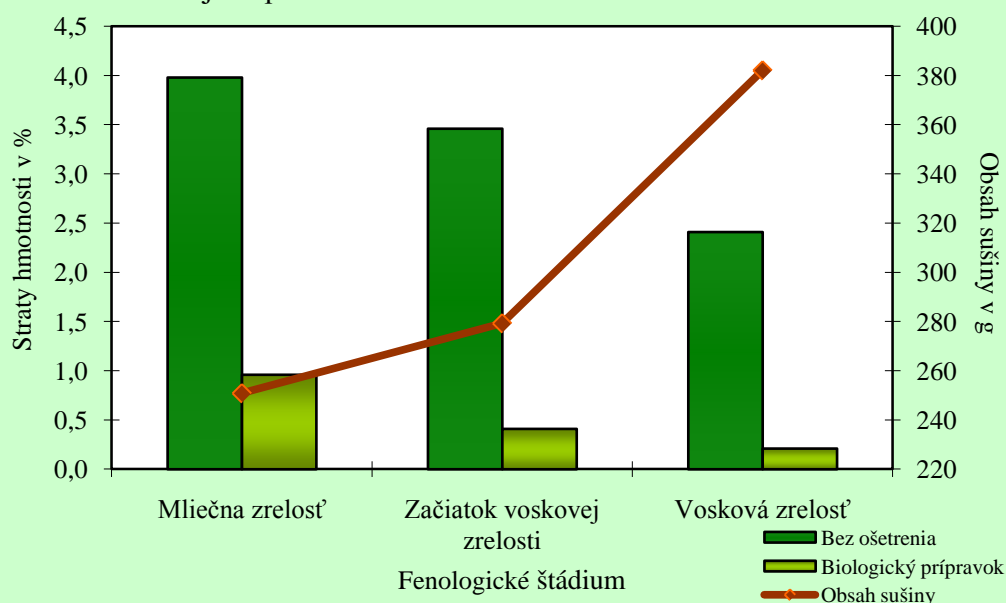
Následkom nízkeho obsahu glukózy a fruktózy dochádza k pomalému rozvoju a rastu baktérií mliečneho kvasenia. Hodnota pH v siláži potom klesá veľmi pomaly, a tým sa vytvárajú predpoklady pre rozvoj nežiadúcej mikroflóry a v konečnom dôsledku aj pre rast klostrídií. Dá sa povedať, že nízka koncentrácia vodorozpustných cukrov na konci voskovej zrelosti obilnín môže mať za následok aj rast klostrídií v silážach počas fermentácie.

Siláž drte celých rastlín obilnín môže byť výborným doplnkovým a dobrým hlavným krmivom v chove hovädzieho dobytká i oviec. V našich podmienkach sa napriek negatívnemu vývoju obsahu cukrov v rastlinách zber obilnín určených na silážovanie odporúča najskôr na začiatku voskovej zrelosti. Je to dané na jednej strane najvhodnejšími podmienkami pre fermentáciu silážovaného krmiva, na strane druhej stráviteľnosťou silážovanej hmoty. Obilné zrná sú v tejto fáze dostatočne vyvinuté a porast obsahuje okolo 30 - 35 % sušiny. Prekročenie uvedenej sušiny je u GPS spojené s enormne sa zvyšujúcim rizikom zhoršenia aeróbnej stability. Celý proces súvisí s postupným dozrievaním obilnín, čoho následkom dochádza k prudkému rastu výskytu kvasiniek a plesní v krmive. V závislosti od zrelosti, priebehu počasia a druhu obilnín stúpa výskyt uvedených mikroorganizmov z niekoľkých stoviek až na niekoľko stotisíc organizmov v grame krmiva. Za tejto situácie je aeróbna stabilita aj u veľmi dobre sfermentovaných siláží veľmi ohrozená. V takejto situácii je potrebné zvážiť spôsob ošetrovania vyrábaných siláží. Často je totiž efektívnejšie takéto krmivo ošetriť silážnymi prípravkami zlepšujúcimi aeróbnou stabilitu a nie prípravkami zlepšujúcimi fermentačný proces.

Nízky obsah sušiny je v silážach sprevádzaný veľmi nízkym pH a nízkou stráviteľnosťou krmiva. Najviac siláží je vyrobených s obsahom sušiny v intervale 30 - 40 %. Vedľa priemerného obsahu dusíkatých látok je pre tieto siláže charakteristický vyšší obsah vlákniny, čo je v mnohých, hlavne vysoko úžitkových chovoch limitujúcim faktorom.

Vzťah medzi fenologickou fázou, obsahom sušiny a hmotnostnými stratami vznikajúcimi počas fermentačného procesu v GPS vyjadruje graf 7. Zmeny obsahu sušiny a koncentrácie živín vplyvom dozrievania spomalili priebeh fermentácie a znížili hmotnostné straty v silážach. Aplikácia biologického silážneho prípravku do silážovaného krmiva minimalizovala straty vznikajúce počas fermentácie.

**Graf 7.** Vplyv fenologickej fázy jačmeňa jarného na straty hmotnosti vznikajúce počas fermentácie



Vplyv aplikácie silážnych prípravkov do silážovanej hmoty z celých rastlín jačmeňa jarného sme sledovali vo viacerých pokusoch. Z testácie 6 biologických silážnych prípravkov zložených z homofermentatívnych baktérií mliečneho kvasenia vyplynuli výsledky, ktoré potvrdzujú opodstatnenosť potreby aplikácie silážnych prípravkov do GPS (tab. 16). Zlepšený fermentačný proces sa vo všetkých inokulovaných silážach prejavil na znížení pH, zvýšení obsahu kyseliny mliečnej, znížení obsahu kyseliny maslovej a ostatných unikavých mastných kyselín. Veľmi pozitívny bol aj vplyv na zníženie podielu amoniakálneho dusíka z celkového dusíka.

Okrem toho v silážach, ktoré neboli ošetrené žiadnym aditívom sme zistili výrazne vyššie straty sušiny, ktoré vznikli počas fermentácie. Kým v neošetrenej siláži straty sušiny predstavovali až 15,2 %, v silážach ošetrených rôznymi biologickými prípravkami sa tieto straty pohybovali od 4,5 % do 5,3 %. Pozitívny vplyv aplikácie silážnych prípravkov na fermentačný proces siláží sa odrazil aj na živinovej hodnote vyrobeného krmiva.

**Tabuľka 16.** Ukazovatele fermentačného procesu v GPS jačmeňa

	Kontrolná siláž	Siláže ošetrené biologickými prípravkami		
		priemer	max.	min.
pH	4,5	3,7	3,8	3,6
Kyseliny v g.kg <sup>-1</sup> sušiny				
- mliečna	41,6	63,4	78,7	56,6
- octová	5,8	5,2	6,2	4,3
- propiónová	2,2	0,4	0,6	0,2
- maslová + i.m	5,0	0,7	0,9	0,5
UMK spolu v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	14,6	6,5	7,5	5,4
Alkohol v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	5,7	2,0	2,6	1,6
NH <sub>3</sub> -N z celkového N v %	11,8	7,1	7,8	6,2



## 6.6. Silážovanie kukurice siatej

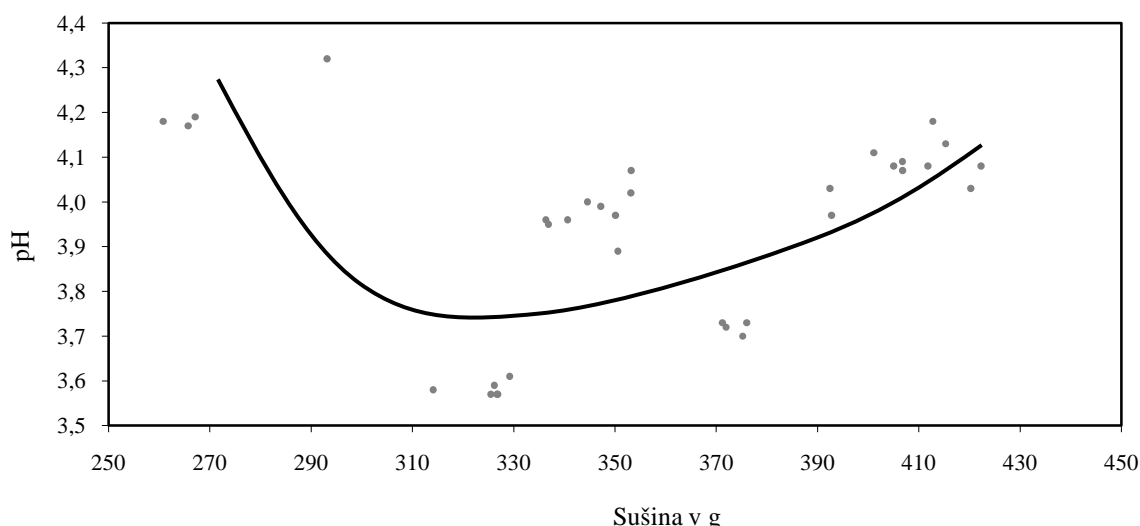
Silážna kukurica je vďaka vysokému obsahu vodorozpustných cukrov veľmi dobre silážovateľnou plodinou, napriek tomu nízka kvalita mnohých vyrobených siláží je dôkazom, že pri jej výrobe nie sú dodržiavané všetky technologické zásady.

Silážovanie kukurice v skorších fázach zrelosti vedie k výrobe krmiva s nízkou nutričnou a energetickou hodnotou. Ďalším nežiaducim javom je odtok silážnych štiav, ktorý nie je iba vážnym environmentálnym problémom ale predstavuje aj nemalé straty živín.

Naproti tomu ani vysoký obsah sušiny neprináša so sebou istotu výroby kvalitnej siláže. Kukurica s vysokým obsahom sušiny (cca nad 45 %) je horšie utlačiteľná a vplyvom nevytlačeného vzduchu je náchylnejšia k nežiaducemu typu fermentácie. Siláže s vyšším obsahom sušiny sú okrem toho menej stabilné a sú náchylné k sekundárnej fermentácii.

Na základe našich pokusov sme znázornili závislosť pH kukuričnej siláže od obsahu sušiny (Graf 8). Úroveň pH je úzko spätá s intenzitou fermentačného procesu a obsahom kyseliny mliečnej vo vyrobenej siláži. Z uvedených dôvodov považujeme za optimálny obsah sušiny silážovanej hmoty na úrovni 31 – 35 %.

**Graf 8.** Závislosť pH od obsahu sušiny v kukuričnej siláži



Pre úspech pri silážovaní je vo všeobecnosti nevyhnutné zabezpečiť:

1. rýchle vytlačenie vzduchu zo silážovanej hmoty
2. rýchly nástup a priebeh fermentačného procesu (rýchla produkcia kyseliny mliečnej s rýchlym poklesom pH a jeho následným ustálením)
3. vylúčenie prístupu vzduchu do siláže počas skladovania a jeho obmedzenie v čase vyberania siláže

Popri dodržiavaní odporúčanej technológie výroby je významným aspektom ovplyvnenia kvality vyrábaných siláží používanie prípravkov zlepšujúcich fermentačný proces. Nakoľko je silážna kukurica ľahko silážovateľným krmivom, ich aplikáciu za každých podmienok nepovažujeme za nevyhnutnú. Použitie homofermentatívnych baktérií mliečného kvasenia má svoje opodstatnenie pri silážovaní kukurice s obsahom sušiny 26 – 30 %. Ak je konzervovanie takejto hmoty spojené so zberom po prvých mrazoch, dochádza vplyvom zmeny zloženia epifytnej mikrofóry k spomalenému nástupu fermentačného procesu s následným zvrátením typu prebiehajúceho kvasenia. V takomto prípade odporúčame zrýchliť nástup fermentácie a podporiť tvorbu kyseliny mliečnej použitím prípravkov na báze homofermentatívnych baktérií mliečného kvasenia.

V praxi sa však oveľa častejšie ako so zlým priebehom fermentačného procesu stretávame s problémami s aeróbnou nestabilitou siláže, ktorá môže vo veľkej miere spôsobiť redukcii chutnosti a obsahu energie. Mikrobiálne príčiny nízkej stability kukuričnej siláže sú dobre známe. V krmive sa nachádzajú asimilované kvasinky, ktoré spúšťajú aeróbny rozklad. So sekundárnou fermentáciou sa stretávame často pri nedostatočne sfermentovanej siláži s vysokým pH a nízkym obsahom kyselín. Intenzívny aeróbny rozklad je sprevádzaný vzostupom teploty v siláži, plesnením krmiva, výrazným úbytkom rýchlo rozpustných živín a silnou redukciiu obsahu netto energie. Pomer medzi stratami sušiny a netto energiou je v rozsahu od 1:1,4 do 1:1,7 (Hönig et al., 1999). Straty vznikajúce pri sekundárnom kvasení sú mnohonásobne vyššie ako pri samotnom fermentačnom procese.

**Tabuľka 17.** Ukazovatele fermentačného procesu kukuričných siláží

Ukazovateľ n = 5	Kontrola	Chemický prípravok	<i>Lactobacillus buchneri</i>
pH	4,10	4,10	4,43
pH na 3. deň po otvorení	4,31	4,29	4,54
diferencia pH	0,21	0,19	0,11
Kyseliny v g.kg <sup>-1</sup> sušiny			
- mliečna	54,12	54,50	19,80
- octová	21,14	30,38	51,26
- propiónová	2,06	3,31	3,99
- maslová + i.m	4,42	3,51	5,52
UMK spolu v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	27,91	37,68	61,18
Kyseliny spolu v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	82,04	92,18	80,98
Alkohol v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	2,00	1,16	3,71

Príčinou je často nedostatočné zásobenie kvasným substrátom, deficit epifytnej mikroflóry, hlavne baktérií mliečného kvasenia, chyby pri silážnej technike a nesprávna technológia vyberania siláže ale aj zlý pomer množstva tvoriacich sa kyselín. Pri hodnotení kvality kukuričnej siláže s nízkym obsahom sušiny môže byť pozorovaný aj hlboký rozklad bielkovín. Je to priamy dôkaz o zníženej stabilite a kvalite siláže. Častým problémom kukuričných siláží sú vysoké straty energie a živín, ktoré môžu počas sekundárneho kvasenia dosahovať až 3 % denne. Doteraz najúčinnjším prípravkom na elimináciu už prebiehajúceho sekundárneho kvasenia je kyselina propiónová. Tá je však drahá a jej aplikácia je z tohoto dôvodu veľmi diskutabilná.

Riešenie sekundárnej fermentácie ošetrovaním silážovanej hmoty homofermentatívnymi baktériami mliečného kvasenia nebolo doteraz úspešné. Významnú úlohu na znehodnotení nežiadúcich kvasiniek v siláži zohráva kyselina octová. Na základe tohoto poznania sa v posledných rokoch začali používať prípravky na báze heterofermentatívnych baktérií mliečného kvasenia kmeňa *Lactobacillus buchneri*, ktoré počas fermentácie štiepia cukor nielen na kyselinu mliečnu ale aj na kyselinu octovú. Heterofermentatívne baktérie v priebehu fermentácie konverzujú časť kyseliny mliečnej na kyselinu octovú, ktorá výrazne brzdí rast kvasiniek a plesní.

Všetky tieto faktory sa prejavili aj v našom sledovaní (tab. 17). Okrem toho sme v siláži ošetrenej prípravkom na báze *Lactobacillus buchneri* zistili vyššie pH, vyšší obsah kyseliny octovej, UMK ale aj alkoholu. Výrazné zlepšenie stability sa nám potvrdilo pri meraní pH v deň otvorenia siláže a na 3. deň od otvorenia. V neošetrenej siláži a v siláži ošetrenej chemickým prípravkom sme zistili nárast pH o 0,21 a 0,19, kým v siláži ošetrenej baktériami *Lactobacillus buchneri* bola zistená diferenciacia len 0,11.

Doterajšie výsledky potvrdzujú, že po aplikácii prípravkov na báze heterofermentatívnych baktérií mliečného kvasenia je potrebné okrem výrazne vyššej aeróbnej stability, pri súčasnom

znížení počtu kvasiniek a plesní počítat' aj s vyššími fermentačnými stratami a zvýšeným obsahom kyseliny octovej. Vyššia koncentrácia kyseliny octovej v siláži môže znižovať príjem krmiva. Driehuis a kol. (1999) však na základe svojich pokusov konštatujú, že straty sušiny a negatívny účinok vyššieho obsahu kyseliny octovej sú malé oproti pozitívnemu vplyvu *Lactobacillus buchneri*, ktorý nesporne výrazne zvyšuje stabilitu kukuričnej siláže a eliminuje jej znehodnotenie.

### 6.7. Konzervácia vlhkého kukuričného zrna

Každoročne stúpajúca výroba vlhkého miaganého kukuričného zrna prináša so sebou aj nové skúsenosti z jeho skladovania a využívania.

Základným ukazovateľom zrelosti vlhkého kukuričného zrna pre konzerváciu je obsah sušiny. Obsah sušiny je zároveň určitým ukazovateľom zrelosti škrobu obsiahnutého v zrne. Z hospodárskych ale aj nutričných dôvodov je potrebné zberať iba také zrna, ktoré obsahuje už mikroskopicky zrelý škrob. Túto zrelosť dosahuje kukuričný škrob pri sušine zrna 60 – 62 %. Vzhľadom k rozdielom v rýchlosti dozrievania kukuričných hybridov, a s tým spojenou rozdielnou degradovateľnosťou kukuričného škrobu odporúčame za spodnú hranicu pre zber zrna sušinu 63 %. Táto hodnota zohľadňuje aj technologické limity zberu dané priechodnosťou zberaných rastlín cez kombajn. Horná hranica sušiny zrna je daná počtom a druhovým výskytom patogénnych mikroorganizmov, hlavne kvasiniek a plesní. Na základe predchádzajúcich sledovaní sme túto hodnotu stanovili na 68 %. Prekročenie tejto hodnoty je spravidla sprevádzané zvýšeným rizikom zhoršenej mikrobiálnej stability vyrobeného krmiva.

Odporúčaný interval 63 – 68 % je potrebné chápať ako orientačné optimum v štandardnom roku. Odchýlky priebehu počasia je potrebné pri hodnotení tohto rozpätia a rozhodovaní sa o termíne zberu vždy dôkladne zhodnotiť a zvážiť. Priebeh minuloročnej jesene spôsobil stav, keď obsah sušiny v kukuričnom zrne dosahoval požadovanú hodnotu už cca 2 týždne po zbere silážnej kukurice, ale aj cca 3 mesiace po ňom. Kvalitatívna úroveň zrna zberaného na začiatku a na konci tohto obdobia bola prirodzene diametrálne odlišná. Z dôvodu vysokých rizík sme v neskorej jeseni v mnohých prípadoch zber kukuričného zrna pre tento systém konzervácie ani neodporúčali vykonať.

Dalším momentom, na ktorý je potrebné upozorniť je fakt, že aktuálna sušina zrna musí byť stanovená z čerstvo vylámaných a ručne vymoržovaných šúľkov. Kontrola sušiny vo vylátenom zrne je totiž výrazne ovplyvnená technikou zberu. Z toho dôvodu je nepresná a oproti reálnej sušine môže byť až o 3 – 8 % skreslená.

Úroveň fermentačného procesu pri konzervácii vlhkého kukuričného zrna môžeme v porovnaní s inými silážovanými krmivami považovať za veľmi nízku (tab. 18). Je to spôsobené vyššou sušinou silážovaného materiálu. Akákoľvek chyba alebo nedôslednosť môže v takejto situácii spôsobiť pri zohľadnení ceny krmiva veľké straty, pretože ochranná funkcia fermentácie je veľmi slabá. Stabilita takéhoto krmiva bude veľmi nízka a tlak plesní v ňom veľmi vysoký.

Aplikácia konzervačných prípravkov do takéhoto krmiva je s prihliadnutím k jeho cene odôvodniteľná a veľmi efektívna. V poslednom období sa často diskutuje aj o tom, akému typu silážnych prípravkov dať prednosť. Cenovo výhodnejšie sú biologické prípravky avšak ich limitujúcim faktorom napriek vysokej osmotolerancii dnes používaných druhov baktérií je vysoký obsah sušiny v konzervovanom krmive a často aj druhové zloženie jednotlivých prípravkov. Účinnosť biologických prípravkov v tomto prípade je adekvátna ich cene. Spôľahlivosť a efektívnosť ich použitia je veľmi limitovaná.

Naopak cena chemických prípravkov je oproti biologickým prípravkom výrazne vyššia ale je krytá ich neporovnateľne vyššou účinnosťou. V minulosti sa na tieto účely používali hlavne prípravky na báze kyselín (propiónová, mravčia), v súčasnosti sa trend orientuje viac na využívanie prípravkov na báze kyseliny benzoovej a jej solí, vzhľadom k ich vyššiemu a širšiemu antifungicídному účinku.

Nedodržanie sušiny, alebo zlá mikrobiálna kvalita konzervovaného zrna sa v praktických podmienkach prejaví výskytom plesní a mykotoxínov v konzervovanom vlhkom miaganom zrne.

Primárnym zdrojom kontaminácie sú plesne, ktoré vstupujú do krmiva buď z povrchu zrna, alebo často cez poškodené rastlinné epitely.

**Tabuľka 18.** Fermentačný proces vo vlhkom kukuričnom zrne.

Sušina v g	do 650	650-700	nad 700
N-látky v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	102	100	102
Vláknina v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	29	28	29
Tuk v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	44	44	42
Popol v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	15	14	16
pH	4,03	4,04	4,05
Kyseliny v g.kg <sup>-1</sup> sušiny			
- mliečna	10,08	8,44	7,18
- octová	2,53	1,48	1,65
- maslová + i.m	0,36	0,44	0,68
Alkohol v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	1,15	0,82	0,80
ME v MJ.kg <sup>-1</sup> sušiny	12,68	12,68	12,73
NEL v MJ.kg <sup>-1</sup> sušiny	7,85	7,88	7,96

Kontaminácia konzervovaných krmív môže byť rôzna a v závislosti od okolností aj veľmi vysoká. Rozdiely vyplývajúce z rôzneho priebehu počasia dokumentujú aj výsledky sledovaní uvedené v tabuľke 19.

Výskyt plesní a mykotoxínov nie je na rastlinách rovnomerný. S rastom zrelosti rastlín stúpa výskyt mikroorganizmov. Bežné koncentrácie mikroorganizmov na rastlinách sa udržiavajú do dosiahnutia sušiny 35 %. Nad touto hranicou výskyt plesní prudko stúpa, to znamená, že silážna kukurica s obsahom sušiny 37 – 38 % je už vysoko rizikové krmivo. S postupom dozrievania dochádza aj ku kontaminácii generatívnych častí rastlín.

Sústavný vzostup výroby vlhkeho kukuričného zrna prináša stále viac skúsenosti a poznatkov s jeho skladovaním a skrmovaním. Niektoré nové detaily umožňujú skvalitniť a zefektívniť jeho výrobu a využitie. Tak ako v iných prípadoch aj tu je potrebné uplatňovať komplexnejší pohľad na samotnú techniku a technológiu výroby krmív. Základným faktorom úspechu je dodržiavanie technologickej disciplíny a hygieny výroby krmív.

**Tabuľka 19.** Výskyt zearalenonu (ZON) v kukurici

Pokus		Počet vzoriek		Výskyt zearalenonu v mg.kg <sup>-1</sup> sušiny	
		celkom	pozitívne	priemer	rozpätie
1.	rastlina	298	293	385	5 – 2970
	šúľok	170	14	49	9 – 170
2.	rastlina	299	226	62	6 – 817
	šúľok	100	16	31	7 – 105

(Oldenburg, 1997)

## 7. Technológia silážovania

Technológia silážovania objemových krmív začína kosbou. Výška pokosu by nemala byť príliš nízka, aby sa zamedzilo kontaminácii krmiva pôdou a nežiaducimi klostrídiami.

Väčšina krmovín sa nesilážuje priamo ale sa po kosbe necháva uvädať na odporúčanú úroveň obsahu sušiny. Nedostatočne uvädnuté krmivo spôsobuje zvýšený odtok silážnych štiav, ktorý je sprevádzaný zvýšenými stratami živín a samozrejme je tiež vážnym hygienickým problémom. Nadmerne uvädnuté krmivo zase spôsobuje straty cukrov, zvýšené straty energie vplyvom odrolu, horšiu utlačiteľnosť krmiva a väčšiu náchylnosť k nežiaducemu typu fermentácie. Optimálna doba uvädania krmiva, a to najmä z hľadiska obsahu vodorozpustných cukrov by mala byť jeden až dva dni. V prípade, že počasie nedovoľuje zabezpečiť v silážovanom krmive požadovanú sušinu, nie je dobré čakať na zlepšenie situácie. Oveľa vhodnejšie riešenie je potom silážovať krmivo s nízkym obsahom sušiny s použitím chemických konzervačných prípravkov.

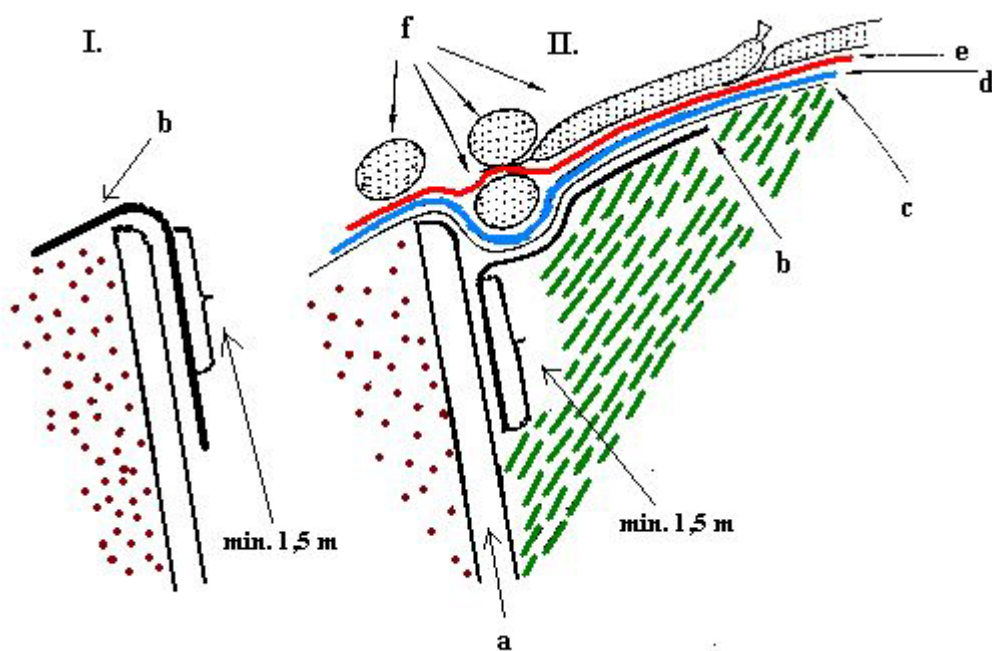
Pozberané krmivo sa pred silážovaním musí porezať. Dĺžka rezanky krmiva vychádza z fyzikálneho charakteru štruktúry krmiva a výrazne ovplyvňuje žuvanie, prežúvanie a následne celý metabolizmus prežúvavcov. Štrukturálna účinnosť objemového krmiva klesá so znižovaním dĺžky rezanky, naproti tomu so skracovaním rezanky krmív sa zvyšuje ich príjem. Je to spôsobené skracovaním doby prežúvania, a tým aj predĺžením času príjmu krmiva a zrýchlením pasáže cez tráviaci trakt. Pri vysokých dávkach jadrových krmív a súčasnom skrmovaní siláží s nízkym obsahom sušiny a krátkou rezankou dochádza k poklesu pH v bachore, krmivo je pomalšie degradované a príjem krmív sa znižuje. Preto dĺžka rezanky silážovaného krmiva musí byť určitým kompromisom medzi štrukturálnou účinnosťou v bachore a vysokým príjmom sušiny. 15 – 20 % objemových krmív musí mať dĺžku rezanky väčšiu ako 2 cm, najlepšie 4 – 5 cm (Sommer, 2003).

Z uvedeného dôvodu sa pre väčšinu objemových krmív odporúča porezať silážovanú hmotu na dĺžku v rozpätí 4 – 5 cm. To však neplatí pre obilniny a kukuricu. U týchto krmovín sa vyžaduje aby boli porezané na čo najmenšiu dĺžku, pričom je žiaduce aby došlo k narušeniu všetkých zrn, nakoľko nenarušené zrná prechádzajú tráviacim traktom zvierat bez narušenia a využitia ich energetického potenciálu. Optimálnou dĺžkou rezanky pre kukuricu je 8 – 12 mm, v závislosti od spôsobu vyberania a ďalšieho spracovania siláže pred skrmovaním.

Pri silážovaní dochádza k utláčaniu silážnej hmoty s cieľom rýchleho vytlačenia vzduchu a vytvorenia anaeróbných podmienok. Všeobecne platí, čím je rezanka dlhšia a sušina silážovanej hmoty vyššia, tým dlhšie a intenzívnejšie musíme silážovanú hmotu utláčať.

Krmivo je možné silážovať v zásade troma spôsobmi. Prvým je silážovanie do silážnych žľabov. Tento spôsob je ekonomicky najefektívnejší. Dôležité je aby boli žľaby pred navázaním siláže v dobrom technickom stave, čisté a vybielené, resp. natreté dezinfekčným prípravkom na to určeným. Výstavba nových žľabov je však finančne veľmi náročná a v súčasnosti sa s ich výstavbou stretávame len veľmi ojedinele, resp. takmer vôbec. Pri zakrývaní siláže je nutné využívať plastové fólie a zabezpečiť dôkladné utesnenie aby sa zabránilo prístupu vzduchu. Vytvorenie takéhoto prostredia vyžaduje použiť okrem klasickej vrchnej fólie aj postrannú fóliu, ktorej funkciou je zabrániť vstupu vzdušného kyslíka do konzervovanej hmoty cez diery existujúce medzi panelmi silážneho žľabu. Po naplnení silážneho žľabu konzervovaným krmivom sa postrannou fóliou prikryje krmivo nachádzajúce sa na okrajoch žľabu. Veľmi vhodné a účinné je zakryť silážovanú hmotu zvrchu najprv tenkou fóliou (0,04 mm), ktorá sa vyznačuje dobrou priľnavosťou a tú prekryť klasickou 0,2 mm hrubou fóliou. Dôležité je dobré utesnenie silážovanej hmoty po celom obvode silážnej jamy na čo sa dajú veľmi dobre použiť vrecká so sieťoviny, plnené drobnými okrúhlymi kamienkami. Na povrch takto zakrytej silážnej jamy sa umiestni sieťovina, ktorá zabráni mechanickému poškodeniu fólií.

## Schéma zakrývania silážnej jamy



### LEGENDA

I – pohľad na uloženie bočnej fólie pred naskladnením siláže, II. pohľad zakrývania  
a – stena silážnej jamy, b – bočná fólia, c – vrchná tenká fólia, d – vrchná hrubá fólia,  
c – krycia sieť, e – vrecká s kamením

Druhým spôsobom je silážovanie do plastových vakov (rukávov). Táto technológia je pomerne nová a pri jej využívaní sa kombinujú dve metódy konzervácie. Využíva sa konzervačný účinok samovoľne vznikajúcej ochrannej atmosféry  $\text{CO}_2$  a zároveň aj konzervačný účinok kyseliny mliečnej, produkovanej baktériami mliečneho kvasenia počas fermentačného procesu. Hoci je táto technológia finančne náročnejšia, má v našich podnikoch svoje miesto. Je vhodná najmä pre koncentrované sacharidové krmivá ale aj pre konzerváciu odpadov z potravinárskeho priemyslu. Pri silážovaní objemových krmív do vaku je potrebné dôsledne dbať na to aby nebol obsah sušiny v krmive veľmi vysoký. Spôsobuje to potom problémy s nedostatočným utlačením pri plnení vakov a s následnou zlou hygienickou kvalitou vyrobenej siláže.

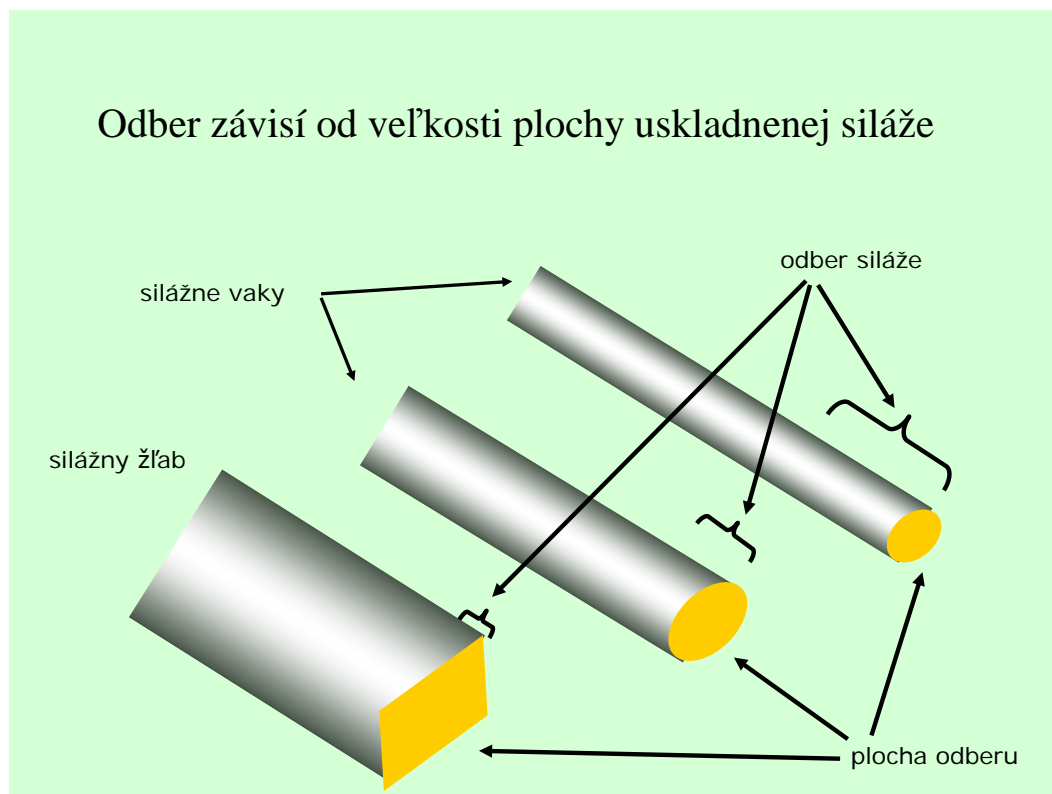
Posledným spôsobom je výroba balíkových siláží. Je určená pre objemové krmivá. Táto technológia je dostatočne známou a dosť rozšírenou. Považujem ju však za doplnkovú pre zasilážovanie zvyškov objemového krmiva. Najčastejším problémom, ktorý je s ňou spojený je, že balíky nie sú obalené dostatočným počtom vrstiev fólie. Podľa použitej fólie sa obvyčajne odporúča obaliť balík siláže 4 – 6 vrstvami fólie. Veľmi častá je aj perforácia balíkov, a to buď nadmerne uvädnutým krmivom už pri samotnom obalovaní, technikou používanou pri manipulácii alebo zvieratami pri uskladnení. Prístup vzduchu je potom štartérom pre nástup sekundárnej fermentácie a rozvoj plesní ale aj ich metabolitov - mykotoxínov.

Pri uskladňovaní siláže je dôležité dbať na to aby pri manipulácii nedochádzalo k poškodzovaniu fólie, ktorá má zamedziť prístupu vzduchu. Ak dôjde k jej perforácii, je potrebné vzniknutú dieru čo najrýchlejšie zalepiť. Zalepovanie dier netreba podceňovať ani zanedbávať. Prístup vzduchu je štartérom sekundárneho kvasenia a rozvoja nežiaducich kvasiniek a plesní. Ďalším faktorom, s ktorým sa stretávame a ktorý negatívne ovplyvňuje uskladňovanie siláže je napr. povrchová voda. Tá by v nijakom prípade nemala zatekať do silážnych žľabov.

Vyberanie siláže z vakov a balíkov je takmer bezproblémové. Iné je to ale pri odbere siláže zo žľabov, kde je potrebné dodržiavať niektoré zásady aby sa predišlo zbytočnému znehodnocovaniu krmiva. Silážne žľaby je vhodnejšie otvárať na záveternej strane. Výber siláže je najlepšie

realizovať technikou na to určenou (frézy, vykrajovače siláže). Po vybratí siláže by mala v žľabe ostať hladká odberná stena. Nevhodné sú rôzne nakladače, ktoré zbytočne narušujú hmotu, čím dochádza k prevzdušňovaniu siláže. Prístup vzduchu okamžite naštartuje sekundárne kvasné procesy a rozvoj kvasiniek a plesní.

Ideálne je, keď môže podnik zabezpečiť pravidelný odber siláže a nevznikajú žiadne medziskládky. Zvieratám sa tak dostane krmivo v najlepšej možnej kvalite. V praxi však takéto ideálne podmienky má málo kto. Najmä v letnom období by však mal byť odber siláže zmanažovaný tak, aby vybratá siláž nestála na vzduchu viac ako 6 – 10 hodín.



Silážne žľaby by mali byť čo najužšie. Odber siláže by mal byť taký aby za týždeň bola vybraná vrstva 2,5 m po celej šírke žľabu. Ideálne by bolo, keby sa denne odobrala 0,5 m hrubá vrstva. Z tohoto dôvodu je vhodné široké žľaby pozdĺžne predeliť. Na vyberanie a sekundárnu fermentáciu sú najviac háklivé kukuričné siláže.

## 8. Posudzovanie kvality siláží

U nás s kvalita siláží posudzuje podľa Výnosu MP SR č. 39/1/2002–100 (Príloha 7). Podľa neho sa akosť siláží hodnotí na základe zmyslového hodnotenia siláže a hodnotenia fermentačného procesu.

Fermentačný proces krmovín sa hodnotí podľa nasledovných tabuliek.

Hodnotenie kvality siláží z ľahko silážovateľných krmovín ako napr. kukurica

Akostná trieda	Množstvo kyselín v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	
	kyselina octová*	kyselina maslová**
I. Veľmi dobrá	< 20	< 2,5
II. Dobrá	< 30	< 3,5
III. Nevydarená	< 40	< 4,5
IV. Zlá	≥ 40	≥ 4,5

\* Pre dané hodnotenie predstavuje súčet kyseliny octovej a kyseliny propiónovej.

\*\* Pre dané hodnotenie predstavuje súčet kyselín maslovej, izomaslovej, valérovej, izovalérovej a kaprónovej.

Podmienkou zaradenia kukuričných siláží do prvej alebo druhej akostnej triedy je splnenie nasledovaných podmienok:

- obsah vlákniny musí byť menej ako 260 g.kg<sup>-1</sup> sušiny,
- obsah kyseliny mliečnej musí byť najmenej 10 g.kg<sup>-1</sup> pôvodnej hmoty,
- pH je v rozpätí 3,7 – 4,3

Pri nespĺnení ktorejkoľvek z uvedených podmienok sa kukuričná siláž zaradí do tretej akostnej triedy.

Hodnotenie kvality siláží zo stredne a ťažko silážovateľných krmovín ako napr. viacročné krmoviny, obilniny, strukoviny, repné skrojky, kapustovité medziplodiny a iné.

Akostná trieda	Sušina v g.kg <sup>-1</sup>					Kyselina maslová	NH <sub>3</sub> -N z celk. N	Vláknina
	< 200*	201-300	301-400	401-500	>501*			
	pH					g.kg <sup>-1</sup> sušiny	%	g.kg <sup>-1</sup> sušiny
I. Veľmi dobrá	< 4,1	< 4,3	< 4,5	< 4,7	< 5,1	< 2,5	< 8	< 270
II. Dobrá	< 4,3	< 4,5	< 4,7	< 4,9	< 5,3	< 3,5	< 12	< 290
III. Nevydarená	< 4,5	< 4,7	< 4,9	< 5,2	< 5,4	< 4,5	< 16	< 350
IV. Zlá	≥ 4,5	≥ 4,7	≥ 4,9	≥ 5,2	≥ 5,4	≥ 4,5	≥ 16	≥ 350

\* Sušina nepriaznivá pre silážovanie

Siláže, ktoré po zmyslovom ohodnotení boli zaradené do prvej až tretej akostnej triedy možno ďalej analyzovať na stanovenie obsahu ukazovateľov fermentačného procesu, obsahu živín, výživnej hodnoty alebo iných požadovaných ukazovateľov. Siláže zaradené do IV. akostnej triedy nesmú byť skrmované bez vyšetrenia na zdravotno-hygienické ukazovatele.



## Literatúra

- BÍRO, D. (1995): Zásady konzervovania krmív silážovaním. In: DEBRECÉNI, O. (1995): Praktická príručka pre chovateľa hovädzieho dobytká., VŠP Nitra, 1995, s. 41-55, ISBN 80-7137-256-0.
- BÍRO, D. – GÁLIK, D. – JURÁČEK, M. – ŠIMKO, M. – PETRÁNEK, P. (2008): Vplyv aditív na výživnú hodnotu ťažko silážovateľných krmovín. In: Dni výživy zvierat - zb. z ved. konf. s medzin. účasťou, Nitra: SPU, 2008, p. 31-35, ISBN 978-80-552-0072-9.
- DLG–Praxishandbuch Futterkonservierung (2006): Bundesarbeitskreis Futter-konservierung; 7. völlig überarb. u. akt. Aufl. 2006; DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 353 p.
- DLG (2009): Siliermittel mit DLG–Gütezeichen. April, 2009, [http://www.lwksh.de/cms/fileadmin/user\\_upload/Downloads/Pflanzenbau/Futterkonservierung/DLG\\_Siliermittelliste\\_Stand\\_04-09.pdf](http://www.lwksh.de/cms/fileadmin/user_upload/Downloads/Pflanzenbau/Futterkonservierung/DLG_Siliermittelliste_Stand_04-09.pdf)
- DRIEHUIS, F. – OUDE ELFERINK, S.J.W.H. – SPOELSTRA, S.F. (1999): Anaerobic lactic acid degradation during ensilage of whole crop maize inoculated with *Lactobacillus buchneri* inhibits yeast growth and improves aerobic stability. J. Appl. Microbiol., 1999, 87, pp. 585-594, ISSN 1364-5072.
- GALLO, M. (1999): Niekoľko pohľadov na pasenie. Náš chov, 59, č. 6, 1999, s. 41-42, ISSN 0027-8068.
- GALLO, M. – PETRIKOVIČ, P. (2002): Príprava krmív pre hovädzí dobytok. In: BRESTENSKÝ, V. a kol., Sprievodca chovateľa hospodárskych zvierat, Slovenský Chov: VÚŽV Nitra, Publikácie VÚŽV Nitra, 5, 2002, s. 45-61, ISBN 80-88872-18-9.
- HOCHBERG, H. (1999): Suppositions to high feeding value of silage or hay from grassland. In: 9<sup>th</sup> Medzinárodné sympóziu „Konzervovanie objemových krmív“, 6. – 8. september, SPU Nitra: VÚŽV Nitra, VÚŽV Nitra, 1999, s. 9-12, ISBN 80-88872-10-3.
- HÖNIG, H. – PAHLOW, G. – THAYSEN, J. (1999): Aerobic stability – effects and possibilities for its prevention. In: Proc. XII Int. Silage Conf., Uppsala, Sweden, 1999, pp. 288-289, ISBN 91-576-5678-9.
- CHRENKOVÁ, M. – SLAMĚNA, Z. (2003): Hrach ako perspektívne bielkovinové krmivo v trvalo udržateľnom poľnohospodárstve. In: Naše pole, 7, č.3, 2003, Príloha: Pestovanie strukovín, s. 32, ISSN 1336-2666.
- Mc DONALD, P. – HENDERSON, A.R. – HERON, S.J.E. (1991): The Biochemistry of Silage (Second edition). Marlow, Bucks, UK: Chalcombe Publications, 1991, 340 p., ISBN 0-948617-225.
- MERRY, R.J. – LOWES, K.F. – WINTERS, A. (1997): Current and future approaches to biocontrol in silage. In: Proc. 8<sup>th</sup> International Symposium Forage Conservation, Brno, Czech Republic, 29 Sept. -1 Oct., Pohorelice: RIAN, 1997, pp. 17-27.
- MUCK, R.E. (1993): Ensiling and its effect on crop quality. In: Proc. National Silage Production Conference, Syracuse, New York, 1993, pp. 57-66.
- OLDENBURG, E. (1997): Endophytic fungi and alkaloid production in perennial ryegrass in Germany. Grass Forage Sci, 52, 1997, pp. 425-431, ISSN 0142-5242.
- PAHLOW, G. – MUCK, R.E. – DRIEHUIS, F. – ELFERINK, S.J.W.H.O. – SPOELSTRA, S.F. (2003): Microbiology of Ensiling. Agronomy, 2003, Vol 42, pp. 31-94, ISSN 0065-4663.
- PETRIKOVIČ, P. a kol. (2000): Výživná hodnota krmív. I. a II. časť, vydanie I., Slovenský Chov: VÚŽV Nitra, Publikácie VÚŽV Nitra, 2, 2000, ISBN 80-88872-12-X
- SOMMER, A. (2003): Štruktúra krmív vo výžive dojníc. Krmivárství, ročník VII, 6, 2003, s. 22-24, ISSN 1212-9992.
- SPANN, B. – OBERMAIER, A. – MAIERHOFER, R. (2002): Nährstoffverdaulichkeit von Ganzpflanzensilage (GPS) aus Triticale bei Rind und Schaf bei unterschiedlicher Schnitthöhe der Triticale. Gruber Info 3, 2002, pp. 17-20.
- UKASTA (2000): United Kingdom Forage Additives Approval Scheme – Forage additive product registration and approval, November, London, UKASTA, 2000.

- VÝNOS MP SR z 31. januára 2002 č. 39/1/2002-100, ktorým sa mení a dopĺňa výnos MP SR zo 7. októbra 1997 č. 1497/1/1997-100 o kŕmnych surovinách na výrobu kŕmnych zmesí a o hospodárskych krmivách, Príloha 7, ročník XXXIV, 2002, s. 80-81.
- WEDDELL, J.R. (2000): Silage Additives 2001. SAC Technical Note T499.
- WEINBERG, Z.G. – MUCK, R.E. (1996): New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. FEMS Microbiol. Rev., 19, 1996, pp. 53-68, ISSN 0168- 6445.
- WEISSBACH, F. (1968): Relationship between silage crop and cause of fermentation during silage conservation. Ph.D. Thesis. Oskar- Keller-Institute for Animal Nutrition. Rostock, Germany, 1968
- WEISSBACH, F. – HONIG, H. (1996): Über die Vorhersage und Steuerung des Gärungsverlaufs bei der Silierung von Grünfütter aus extensivem Anbau. Landbauforschung Völkenrode, Heft 1, Germany, 1996, pp. 10-17.
- WEISSBACH, F. (1999): Consequences of grassland de-intensification on the ensilability and feeding value herbage. In: 9<sup>th</sup> Medzinárodné sympóziu „Konzervovanie objemových krmív“, 6. – 8. september, SPU Nitra: VUŽV Nitra, VUŽV Nitra, 1999, s. 22-31, ISBN 80- 88872-10-3.
- WEISSBACH, F. (2003): Theory and practice of ensuring good quality of silages from grass and legumes. In: 11<sup>th</sup> Inter. Scient. Symposium of Forage Conservation, 9<sup>th</sup> – 11<sup>th</sup> September, PDF Print s.r.o. Poprad: RIAP Nitra, RIAP Nitra, 2003, pp. 31-36, ISBN 80-88872-31-6.

#### *Vlastná literatúra*

- GALLO, M. – RAJČÁKOVÁ, Ľ. – MLYNÁR, R. (2006): Effect of different dry matter and biological additives application on fermentation process in red clover silages. Slovak Journal of Animal Science, vol. 39, 2006, N. 1 - 2, pp. 89-92, ISSN 1335-3683.
- GALLO, M. – RAJČÁKOVÁ, Ľ. (2006): Usmerňovanie fermentačného procesu pri silážovaní krmív využitím biologických a chemických prípravkov. Naše pole, X., 2006, 6, s. 36-37, ISSN 1335-2466.
- GALLO, M. – RAJČÁKOVÁ, Ľ. – MLYNÁR, R. (2008): Application effect of various chemical additives on fermentation quality of red clover silage In: 13<sup>th</sup> International Conference Forage Conservation, Nitra, Slovak republic, 3<sup>rd</sup> – 5<sup>th</sup> September, Nitra: SARC RIAP, 2008, pp. 108-109, ISBN 978-80-88872-78-8.
- MLYNÁR, R. – RAJČÁKOVÁ, Ľ. (2006): Vplyv inokulácie na fermentačný proces d'atelinotrávnej siláže a degradovateľnosť N-látok v bachore. In: Dni výživy a veterinárnej dietiky VII. (Zb. abstraktov). 13.-14.9.2006, Košice, Košice: UVL, 2006, s. 78, ISBN 80-8077-038-7.
- MLYNÁR R. – RAJČÁKOVÁ, Ľ. – GALLO, M. (2006): The application of chemical additives in concentration of maize corn with high moisture. In: 12<sup>th</sup> International Symposium Forage Conservation, Brno, 3<sup>rd</sup> – 5<sup>th</sup> April, 2006, VFU: Brno, s. 229-231, ISBN 80-7305-555-4.
- MLYNÁR, R. – RAJČÁKOVÁ, Ľ. (2006): Vplyv inokulácie na fermentačný proces d'atelinotrávnej siláže a degradovateľnosť N-látok v bachore. In: Dni výživy a veterinárnej dietiky VII. (Zb. prednášok na CD). 13. – 14.9.2006, Košice, Košice: UVL, 2006, s. 135-137, ISBN 80-8077-034-4.
- MLYNÁR, R. – RAJČÁKOVÁ, Ľ. (2007): Výroba kukuričných siláží. Slovenský Chov, XII., 2007, 8, s. 35-37.
- MLYNÁR, R. – RAJČÁKOVÁ, Ľ. (2007): Účinnosť aplikácie biologicko-enzymatického prípravku v d'atelinotrávnej siláži a degradovateľnosť N-látok. In: Súčasnosť a perspektívy krmovinárskeho výskumu a vzdelávania v multifunkčnom využívaní krajiny (Zb. prác z ved. konf. s medzinárod. účasťou), 20.9.2007, Nitra, Nitra: SPU, 2007, s. 246-249, ISBN 978-80-8069-929-1.
- MLYNÁR, R. – RAJČÁKOVÁ, Ľ. (2008): Vplyv aplikácie chemického prípravku na fermentačný proces a degradovateľnosť N-látok v lucernovej siláži. In: Proteiny 2008 (Sborník príspevků V.

- ročník mezinárodní konference), Zlín, ČR, 21. – 22. května, Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2008, s. 118-121, ISBN 978-80-7318-706-4.
- RAJČÁKOVÁ, Ľ. – GALLO, M.(2006): Výroba kvalitných obilných siláží a možnosti jej zlepšenia. In: Farmár, roč. 12, 2006, č. 4, s. 37-38, ISSN 1210-9789.
- RAJČÁKOVÁ, Ľ. (2006): Riziká kontaminácie krmív fuzáriovými toxínmi. Naše pole. X., 2006, 11, s. 21-22.
- RAJČÁKOVÁ, Ľ. (2007): Zásady silážovania lucerny. Slovenský Chov, XII, 2007, 3, s. 24-26.
- RAJČÁKOVÁ, Ľ. (2007): Prevenciou proti kukuričnej sneti. Naše pole, XI., 2007, s. 26-27.
- RAJČÁKOVÁ, Ľ. (2007): Silážovanie z hľadiska výživnej hodnoty kukuričnej siláže. Naše pole, XI., 2007, s. 54-55.
- RAJČÁKOVÁ, Ľ. (2008): Výroba siláží je tvrdá rehoľa, Slovenský Chov, 3, XIII., 2008, s. 38-39, ISSN 1335-1990.
- RAJČÁKOVÁ, Ľ. (2008): Hrachová siláž – zdroj kvalitných bielkovín, Slovenský Chov, 3, XIII., 2008, s. 24-25, ISSN 1335-1990.
- RAJČÁKOVÁ, Ľ. (2008): Zásady silážovania kukurice. Naše pole, 9, XII., 2008, s. 50-51, ISSN 1335-2466.
- RAJČÁKOVÁ, Ľ. – MLYNÁR, R.(2009): Silážovanie lucerny siatej. Slovenský Chov, 3, XIV., 2009, s. 16-18, ISSN 1335-1990.
- RAJČÁKOVÁ, Ľ. – MLYNÁR R. (2006): The influence of some biological additives on fermentation and quality of whole-crop barley silage. In: 12<sup>th</sup> International Symposium Forage Conservation, Brno, 3<sup>rd</sup> – 5<sup>th</sup>. April, 2006, VFU: Brno, s. 208-210, ISBN 80-7305-555-4.
- RAJČÁKOVÁ, Ľ. – MLYNÁR R.- GALLO, M. (2006): Effect of chemical additives on the quality of sugar beet pulp silage. In: 12th International Symposium Forage Conservation, Brno, 3.-5.4.2006, VFU: Brno, s. 242 - 244, ISBN 80-7305-555-4.
- RAJČÁKOVÁ, Ľ. – MLYNÁR R. (2006): Možnosti konzervácie a kvalita cukrovarských rezkov. In: Dni výživy a veterinárnej dietiky VII. (Zb. abstraktov). 13. – 14.9.2006, Košice, Košice: UVL, 2006, s. 77, ISBN 80-8077-038-7.
- RAJČÁKOVÁ, Ľ. – MLYNÁR R. (2006): Možnosti konzervácie a kvalita cukrovarských rezkov. In: Dni výživy a veterinárnej dietiky VII. (Zb. prednášok na CD). 13. –14.9.2006, Košice, Košice: UVL, 2006, s. 132-134, ISBN 80-8077-034-4.
- RAJČÁKOVÁ, Ľ. – MLYNÁR R. (2006): Silážna kvalita stoklasu horského a možnosti usmernenia fermentačného procesu pri jeho konzervovaní. In: Trávne porasty - súčasť horského poľnohospodárstva a krajiny (Zb. prác), 27. – 28.9.2006, Banská Bystrica, Banská Bystrica: SCPV VÚTPaHP, s. 101-102, ISBN 80-88872-56-1.
- RAJČÁKOVÁ, Ľ. – MÜLLER, M. – MLYNÁR, R. (2007): Fuzáriové mykotoxíny v trávnych porastoch. In: Ochrana zvierat a welfare 2007 (Zbor. prác z 14. odb. konf. s medzinárod. účasťou), Brno, ČR, 12.9.2007, Brno: VFU, 2007, s. 130-133, ISBN 978-80-7305-015-3.
- RAJČÁKOVÁ Ľ. – MLYNÁR R. – GÁBORČÍK N. (2007): Analýza nutričnej hodnoty porastu stoklasu horského a jeho miešanky s ďateľinou lúčnou. In: Súčasnosť a perspektívy krmovinárskeho výskumu a vzdelávania v multifunkčnom využívaní krajiny ( Zb. prác z ved. konf. s medzinárod. účasťou), 20.9.2007, Nitra, Nitra: SPU, 2007, s. 250-253, ISBN 978-80-8069-929-1.
- RAJČÁKOVÁ, Ľ. – MLYNÁR, R. – RERICH, J. (2008): Konzervovanie hrachového odpadu. In: Proteiny 2008 (Sborník príspevků V. ročník mezinárodní konference), Zlín, ČR, 21. – 22. května, Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2008, s. 157-160, ISBN 978-80-7318-706-4.
- RAJČÁKOVÁ, Ľ. – MLYNÁR, R. (2008): The possibilities of whole-crop pea ensilaging. In: Dni výživy zvierat (Zbor. abstraktov z vedeckej konf. s medzinárodnou účasťou), Nitra, SR, 19. – 20. Jún, Nitra: SPU v Nitre, 2008, s. 45, ISBN 978-80-552-0071-2.
- RAJČÁKOVÁ, Ľ. – MLYNÁR, R. (2008): Možnosti silážovania hrachu siateho (*Pisum Sativum*, L.). In: Dni výživy zvierat (Zbor. príspevkov z vedeckej konf. s medzinárodnou účasťou CD), Nitra, SR, 19. – 20. Jún, Nitra: SPU v Nitre, 2008, s. 178-183, ISBN 978-80-552-0072-9.

- RAJČÁKOVÁ, L. – MLYNÁR, R. (2008): Control of fermentation process by chemical additives at ensilaging of lucerne with low content of dry mater. In: 13<sup>th</sup> International Conference Forage Conservation, Nitra, Slovak republic, 3<sup>rd</sup> – 5<sup>th</sup> September, Nitra: SARC RIAP, 2008, pp. 106-107, ISBN 978-80-88872-78-8.
- RAJČÁKOVÁ, L. – MLYNÁR, R. (2009): The ensilage and nutrition quality of *Bromus marginatus* compared to other grasses. In: Alternative Functions of grassland. Proceedings of the 15<sup>th</sup> of the European Grassland Federation Symposium., 7<sup>th</sup> – 9<sup>th</sup> September 2009, Brno: British Grassland Society, 2009, pp. 432-435, ISBN 978-80-86908-15-1.