

Odborné články

Efektivní mikrobiální konzervace objemných krmiv

Silážování a senážování

Konzervace objemných krmiv, jinými slovy senážování či silážování, je způsob, jak dlouhodobě skladovat objemná krmiva a uchovat jejich výživnou hodnotu. Tato technologie se v praxi běžně používá po desetiletí. Konzervace objemných krmiv dosáhla nebyvalého rozmachu v posledních třech dekadách. Díky rozvoji biotechnologií máme k dispozici mnoho produktů, které pomáhají „nastartovat“ a řídit fermentační proces v konzervované píci. Na druhou stranu je také důležité podotknout, že proces šlechtění hybridů trav, kukuřice a jiných krmných plodin rozšířil tyto plodiny snad do všech koutů naší krajiny. Zejména se to týká kukuřice.

Od momentu posečení objemné píce nastávají různé ztráty, a to až do chvíle, kdy se konzervované krmivo používá pro krmení skotu. Ztráty vznikají již na poli a také v silážním žlabu. Ve své podstatě jsou přirozené. Bez žádných ztrát konzervované objemné krmivo nelze vyrobit. Je možno je omezit. Naši úlohou tedy je tyto ztráty mít pod kontrolou a minimalizovat. Příklady možných ztrát sušiny siláží trav a kukuřice uvádí tabulka č. 1.

Tabulka č. 1: Ztráty sušiny

U siláží trav bývají celkové ztráty sušiny v průměru 25 % (10–70 %).
U siláží kukuřice dosahují celkové ztráty sušiny zhruba 22 % (8–60 %).

Kde a kdy dochází ke ztrátě sušiny	Rozsah ztráty sušiny v %
Polní	2–20
Fermentace a respirace	5–25
Odtokem silážních šťáv	0–8
Aerobní degradace	1–10

Z ekonomického pohledu silážováním uskladněná objemná krmiva rozhodují o ekonomice živočišné výroby, respektive celého zemědělského podniku, na řadu měsíců, mnohdy celý následující rok. Množství a kvalita silážovaných krmiv rozhodují o mléčné užitkovosti, její kvalitě a jejím zpeněžení. Nemalou měrou siláže a senáže ovlivňují růst a vývoj mladého dobytka a přírůsteky skotu ve výkrmu.

Čím vyšší kvalitu konzervovaných krmiv zajistíme a čím méně zkažených krmiv musíme zlikvidovat, tím také méně doplňkových krmiv a krmných surovin musíme nakupovat pro dorovnání potřeby živin v krmné dávce k udržení požadované užitkovosti, reprodukce a zdraví zvířat.

Řízená fermentace

Cestou úspěšné konzervace je řízená mikrobiální fermentace a cílem je rychlý pokles pH v silážované píci. Ke snížení kyselosti v silážované píci dochází především působením bakterií mléčného kvašení v uzavřeném anaerobním prostředí s absolutní převahou vznikající kyseliny mléčné, jako nejsilnějšího biologického konzervantu.

Od momentu posečení porostu rostliny již neasimilují živiny, ale nastává jejich přirozený rozpad, přirozený proces fermentace a v podstatě ztráty. Procesu přirozené (neřízené) fermentace a vzniku nepředvídatelných ztrát lze čelit výběrem vhodného silážního inokulantu, správným procesem silážování a jeho managementu.

Konzervace s řízenou fermentací sestává z několika etap, fází:

- Fáze 1:** posečená hmota, píce, ukončuje dýchání
- Fáze 2:** většina kyslíku je přeměněna na CO₂
- Fáze 3:** vytváří se zcela anaerobní prostředí a dochází ke stabilizaci pH
- Fáze 4:** zakonzervovaný a stabilní materiál umožňuje dlouhodobé skladování
- Fáze 5:** vybírání a zkrmování konzervované píce, možné riziko aerobní nestability a sekundární fermentace

Naše společnost, VVS Verměřovice s.r.o. dlouhodobě spolupracuje s firmou BIOTAL, předním světovým producentem biologických silážních konzervantů (bakterie + enzymy). BIOTAL dodává pro naše zákazníky speciálně koncipované konzervanty pod naší značkou FORMASIL. Přehledné složení a účel použití uvádí tabulka č. 2.

Tabulka č. 2: Složení a použití konzervantů řady Formasil

Produkt	Typ pícniny	Enzymy beta glukonáza, & xylanáza	Okyselující bakterie <i>Pedococcus pentosaceus</i> & <i>Lactobacillus plantarum</i>	Protiplísňové bakterie <i>Lactobacillus buchneri</i> 40788
Formasil *	Snadno silážovatelné trávy	✓	✓	
Formasil * Alfa	Obtížně silážovatelné trávy, vojtěška a jetel	✓✓✓	✓✓✓	
Formasil * Maize	Kukuřičná siláž		✓	✓✓
Formasil* Cool	Bílkovinné pícniny s problematickou aerobní stabilitou	✓✓	✓	✓✓

Tabulka č. 3: Produkty fermentace různých mikrobů

Fermentace	Produkty	Sušina / uchovaná energie
Kvasinky	Alkohol, CO ₂	51 / 99
Klostridie	C ₄ , NH ₃ , CO ₂ , aminy	49 / 82
Enterobakterie	C ₂ , alkohol, NH ₃ , CO ₂	95 / 83
Homofermentativní	Kyselina mléčná	100 / 97

Efektivní mikrobiální fermentace je založena na soupeření o dominanci mezi žádoucími bakteriemi mléčného kvašení a nežádoucími nativní (přirozené se vyskytující) mikroflórou původem na rostlinách či v půdě. Doslova se dá říci, že během silážování zuří válka mezi mikrobi. Mezi „hodné“ mikrobi patří homofermentativní (okyselující) a heterofermentativní (protiplísňové) bakterie mléčného kvašení. Mezi „zlé“ mikrobi řadíme kvasinky, plísně, klostridie a enterobakterie. Produkty fermentace různých mikrobů zobrazuje tabulka č. 3.

Homofermentativní bakterie

Tyto bakterie využívají glukózu a výsledkem fermentace je pouze jeden produkt, a to kyselina mléčná. Z 1 glukózy vzniknou 2 kyseliny mléčné. Kyselina mléčná je velmi silnou kyselinou a zlepšuje konzervaci silážované píce rychlým poklesem pH. To je nejefektivnější způsob. Z diagramu č. 2 je patrné, že homofermentativní mléčné bakterie zajistí uchování 100 % sušiny a 97 % energie. Ostatní, nežádoucí mikrobi způsobí ztráty jak sušiny i energie v různém rozsahu. O kvalitě fermentačního procesu, a tedy budoucí konzervované píce, rozhoduje rychlost poklesu hodnoty pH. Homofermentativní mléčné bakterie v inokulantu Formasil dosahují snížení pH na hodnotu pod 4,5 do 5–6 dní. Tato rychlost přispívá k eliminaci vzniku kyseliny maselné, etanolu a amoniaku (rozpad bílkovin). V inokulantu Formasil Alfa spolupůsobí *Pedococcus pentosaceus* a *Lactobacillus plantarum*. Výhodou této komplementární kooperace je rychlý a výrazný pokles hodnoty pH. Každá z těchto bakterií je nejefektivnější při různých úrovních pH. *Pedococcus fungu* jako

„startér“ – začíná fermentaci a pokles pH díky své schopnosti velmi rychlé multiplikace. Postupně se přidává *Lactobacillus*, který celý proces fermentace prohlubuje a uzavírá (viz diagram č. 1).

Aplikace inokulantů Formasil vede ke snižování ztrát sušiny a k vyššímu uchování živin v hotové zkrmované siláži díky rychlému okyselení. V určitých případech, či náhlých změnách podmínek silážování, pouhé rapidní okyselení konzervované hmoty nestačí.

Homofermentativní inokulanty nezlepšují aerobní stabilitu v průběhu skladování a vybírání siláže. Toto je velmi důležité zejména pro siláže / senáže o vyšší sušině nad 35 %. Rovněž to platí pro široké silážní jámy a žlaby, kde dlouho trvá vybrat celé čelo siláže. Z toho vyplývá, že pro zajištění aerobní stability, pro potlačování aktivity kvasinek a plísní, je potřeba zvolit jinou taktiku.

Během expozice siláže / senáže na vzduchu (nedokonalé udusání hmoty či nedostatečné zakrytí, při nesprávném vybírání a zkrmování) dochází k aerobní nestabilitě konzervované hmoty, následně k jejímu aerobnímu kažení vlivem „dominového efektu“ vzduchu.

Heterofermentativní bakterie

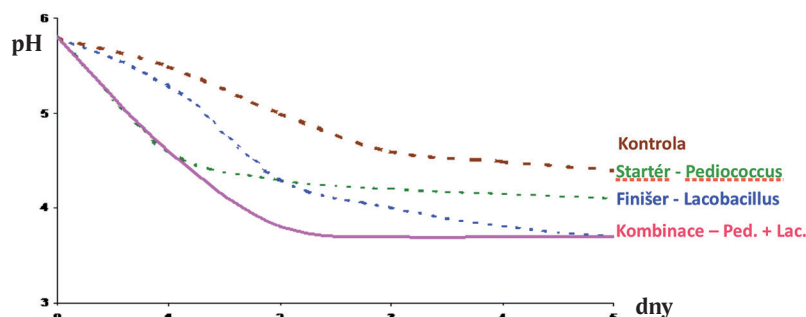
Pro zajištění aerobní stability, pro potlačování aktivity kvasinek a plísní, je potřeba zvolit jinou taktiku. Jinou taktikou se rozumí využívání heterofermentativních bakterií společně s homofermentativními. Inokulanty Formasil Cool a Formasil Maize také obsahují unikátní kmen *Lactobacillus bucheri* 40788. tento kmen se právě podílí na zvyšování aerobní stability a má protiplísňové účinky. To bakterie z jednoduchých cukrů vytváří kyselinu mléčnou. Z části kyseliny mléčné následně vznikají 4 produkty, které mají silný protiplísňový účinek. Jsou to: kyselina octová, 1,2 propandiol, z kterého se vytváří kyselina propionová a 1-propanol. Pro dosažení optimálního protiplísňového účinku je nutné správné dávkování *Lactobacillus bucheri* v inokulantu (viz tabulka č. 4).

Při nízkých dávkách *Lactobacillus bucheri* lze dosáhnout jen mírného zlepšení. Efekt je desetkrát větší, když se použije správná dávka. Siláž se méně zahřívá a díky tomu je v ní uchováno více energie. Tabulka č. 5. uvádí, jak vysoké ztráty sušiny mohou nastat zahříváním.

Například:

- Kyslík může pronikat čelem siláže do hloubky 2 m (podle zhutnění siláže)
- Objem znehodnocené siláže 15 m (šířka) x 2 m (hloubka) x 3 m (výška) = 90 m³
- Při měrné hmotnosti 225 kg/m³ to představuje 20,25 tun
- 2,3 % ztráty = 20,25 x 0,023 = 0,47 tun ztrát sušiny denně

Diagram č. 1: Pokles pH působením homofermentativních bakterií



>Siláž je vystavena vzduchu
 >>Kvasinky se „probudí“ a využívají kyselinu mléčnou jako živinu
 >>>Počty kvasinek se zvyšují
 >>>>Snadno degradovatelné živiny jsou zničeny
 >>>>>Uvolňuje se teplo
 >>>>>>Zvyšuje se teplo
 >>>>>>>Zvyšuje se pH
 >>>>>>>>Plísně / nežádoucí bakterie se „probouzejí“ a způsobují další kažení
 >>>>>>>>>Další zahřívání
 >>>>>>>>>>Masivní znehodnocení siláže

Tabulka č. 4: Správné dávkování *Lactobacillus bucheri* je zásadní podmínkou

	Neošetřená siláž	LB ≤ 100 000 CFU/g píce	LB > 100 000 CFU/g píce
Kyselina mléčná %	6.7	6.0	4.9
Kyselina octová %	2.2	3.6	3.9
Aerobní stabilita, (hodiny)	24	33	468

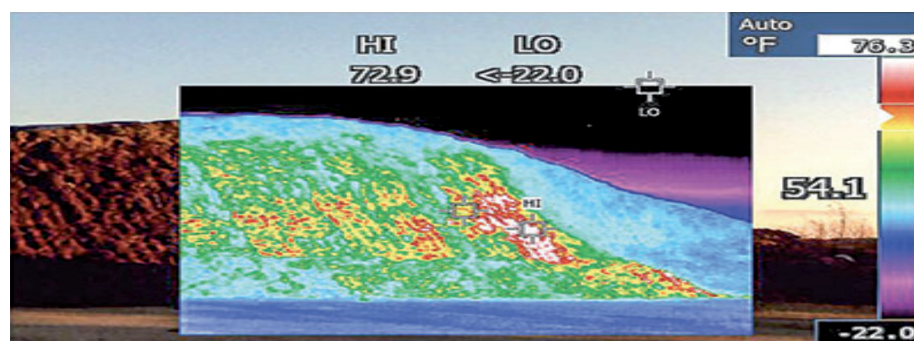
25 studií, 49 porovnání, Kleinschmidt a Kung, 2003

Tabulka č. 5: Zahřívání siláže v číslech a vznikající ztráty sušiny

Zvýšení teploty siláže nad teplotu prostředí (°C)	Denní ztráty sušiny (%)		
	20% sušina siláže	30% sušina siláže	50% sušina siláže
5	1,6	1,2	0,7
10	3,2	2,3	1,5
15	-	3,5	2,2
20	-	-	2,9
25	-	-	3,7

15th International Silage Conference, 2009

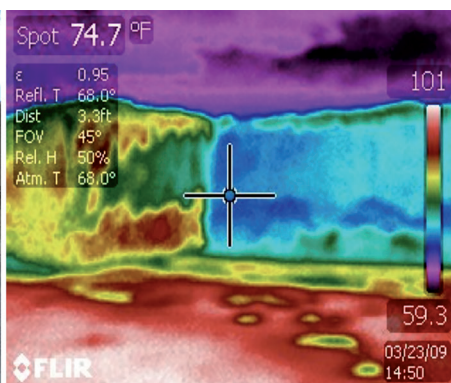
Pouhým okem není zřetelné, že kvasinky již započaly proces kažení siláže. Dochází ale přitom k intenzivnímu zahřívání uskladněné siláže. Uložená energie se činností kvasinek mění na teplo. Špatně udusané oblasti siláže jsou až horké. Zvýšenou teplotu jsme schopni detekovat pomocí termokamery. Čím červenější zabarvení, tím intenzivnější mikrobiální činnost kvasinek. Viz následující snímky:



Červené zbarvení lokalizuje ložiska aktivity kvasinek



Pouhým okem nezřetelné, ale termokamera zachytila ložiska s intenzivní sekundární fermentací kvasinkami



Tabulka č. 6: Zahřívání siláže v číslech a vznikající ztráty sušiny

Proces	Klasifikace	Odhadované ztráty v %
Zbytková respirace	Nevyhnutelné	1 – 2
Fermentace	Nevyhnutelné	2 – 4
Silážní šťávy nebo ztráty při zavádění	Vzájemně nevyhnutelné	5 – 7, 2 – 5
Sekundární fermentace	Lze zabránit	0 – 5
Aerobní ztráty při skladování	Lze zabránit	0 – 10
Aerobní ztráty při vybírání	Lze zabránit	0 – 15

Enzymy jako součást silážních inokulantů a jejich role v procesu fermentace

Enzymy jsou neživé proteinové skupiny, které katalyzují reakce. Rostlinná buněčná stěna obsahuje strukturální polymery - celulózu a hemicelulózu. Tyto složité sacharidy lze pomocí enzymů ovlivnit s cílem získat zdroje jednoduchých cukrů pro bakterie prostřednictvím štěpení vlákniny. Anebo lze také zlepšit kvalitu krmiva zvýšením stravitelnosti sacharidů siláže pomocí enzymů, a tím napomáhají rozvoji bachorové mikroflóry.

Celulózu tvoří dlouhé řetězce glukózových jednotek. Enzymatickou hydrolyzou celulózy vznikají molekuly glukózy, které silážní bakterie využívají jako palivo na produkci kyseliny mléčné. Na druhou stranu, hemicelulóza má komplexnější strukturu – dlouhé řetězce glukózových jednotek s postranními řetězci bohatými na 5 uhlíkaté cukry (xylóza a arabinóza). Většina epifytní přirozeně se vyskytují mikroflóry na rostlinách není schopna tyto 5 uhlíkaté cukry využívat. *Pediococcus pentosaceus* obsažený v inokulantech řady Formasil tuto schopnost má. To mu dává obrovskou přednost a konkurenceschopnost vůči nežádoucím mikrobům zejména v počátečních fázích fermentace siláží.

Zajištění řízené fermentace, zvýšení její stravitelnosti, chutnosti a zejména aerobní stability v období vybírání a krmení jsou prioritou silážních inokulantů řady Formasil a také předpokladem pro vysokou, kvalitní a ekonomicky efektivní výrobu mléka a celý chov skotu.

Co na to krávy?

Je známo, že na každé zvýšení stravitelnosti NDF vlákniny o 5 % reagují krávy zvýšením příjmu sušiny o 0,63 kg a zvýšením průměrného denního nádoje o 0,9 kg.

Pokus se sledováním produkce mléka:

Porovnání krav krmených neošetřenou travní siláží a krav krmených siláží ošetřenou přípravkem Formasil®, Dr. D. Patterson, Zemědělský výzkumný institut Severního Irska, Hillsborough

Výsledky:

	Kontrola	Formasil®	Zlepšení
Příjem sušiny siláže	9,65 kg / den	10,56 kg / den	9,4 %
Produkce mléka	26,58 litrů / den	27,84 litrů / den	1,3 litru / den
Mléčný tuk	1138 g	1203 g	7,7 %
Mléčná bílkovina	747 g	818 g	9,5 %

Závěr: tento pokus ukázal, že siláž ošetřená přípravkem Formasil® významně zlepšila příjem sušiny, nádoj a složky mléka.

Stejné výsledky u kukuřičné siláže, Dr. D. Leaver, Wye Colledge, Londýnská univerzita, Ashford, Kent

Kukuřičná siláž s 35 % sušiny ošetřená přípravkem **Formasil® Maize** v porovnání s neošetřenou siláží

	Neošetřená siláž	Formasil® Maize	Zlepšení
Příjem sušiny siláže	19,6 kg / den	19,8 kg / den	0,2
Produkce mléka	26,7 litrů / den	27,4 litrů / den	0,7 litru / den
Mléčný tuk	4,26 %	4,37 %	0,11 %
Mléčná bílkovina	3,27 %	3,31 %	0,04 %

Závěr: příjem sušiny, nádoj, mléčný tuk a mléčná bílkovina byly vyšší u krav krmených kukuřičnou siláží ošetřenou přípravkem Formasil® Maize.

Formasil® Cool

*Pro objemná krmiva
o vysoké sušině*

Tento přípravek byl vyvinut speciálně pro trávy a bílkovinná krmiva sklizená o vyšší sušině.

- kontroluje růst nežádoucích plísňí a kvasinek
- zlepšuje aerobní stabilitu
- zabraňuje přehřívání hmoty
- snižuje ztráty sušiny
- zvyšuje obsah živin
- omezuje alkoholové kvašení



Dr. Ing. Jiří Krátký