

Vliv aditiv na kvalitu kukuřičných siláží

Loučka R., Homolka P., Jančík F., Kubelková P., Tyrolová Y.

Anotace

Sucho ve vegetačním období může významně ovlivnit nejen výnos kukuřice, ale i její kvalitu. Cílem práce bylo u kukuřičných siláží s vyšším obsahem sušiny (46,7 %), neutrálně detergentní vlákniny (57,5 % v suš.) a nižším obsahem škrobu (29,5 % v suš.) stanovit vliv použití vybraných biologických a chemických silážních přípravků. Všechny silážní přípravky (biologické i chemické) přispěly ve srovnání s kontrolní siláží bez konzervantu ke snížení pH. Významně vyšší kyselost vodního výluhu, ve srovnání s kontrolou, byla naměřena u všech siláží konzervovaných chemickými přípravky a u přípravku Formasil Maize (*L. buchneri* a *P. pentosaceus*). Zatímco aerobní stabilita siláže bez konzervantu byla v průměru 107 hodin, siláž s kombinovaným hetero a homo fermentativním silážním přípravkem byla 142 hodin a s chemickým přípravkem, obsahujícím benzoát sodný, sorbát draselný a dusitan sodný, více než 170 hodin.

Anotation

Effect of additives on the quality of maize silage

Dry weather during the growing season can significantly affect not only the yield of maize, but also its quality. The aim of research was to determine the effect of using selected biological and chemical silage additives in maize silage with high dry matter content (46.7%), neutral detergent fiber (57.5% of dry matter) and a lower starch content (29.5% dry matter). All silage additives (biological and chemical) contributed to reduce pH, compared to control silage without preservative. Titratable acidity, compared to the control, was significantly higher in all silages preserved chemical products and in the Formasil Maize (*L. buchneri* and *P. pentosaceus*). While aerobic stability of the silage with no preservative was on average 107 hours, silage combined hetero and homo fermentative silage product was 142 hours and a chemical agent comprising sodium benzoate, potassium sorbate and sodium nitrite, more than 170 hours.

Key words: dry weather, dry matter, fiber, starch, fermentation, aerobic stability

Úvod

Silážní přípravky mohou významně zvýšit kvalitu siláže, její aerobní stabilitu i příjem zvířat. Ve vhodných technologických podmínkách probíhá fermentace “kultivovaněji”, rychleji a s nižšími ztrátami. Pokud však nelze optimální podmínky zajistit, doporučuje se usměrnit fermentační procesy aplikací vybraných silážních přípravků do silážované řezanky.

Rok 2015 se zapíše do historie jako rok velmi suchý a teplý. Velmi nízký obsah srážek v letním období spojený s vysokými teplotami velmi špatně nesla právě kukuřice. Sušina sklizené kukuřice byla vyšší, než je pro silážování obvyklé v důsledku toho, že rostliny na polích velmi rychle zasychaly, ačkoliv zrno bylo mnohdy ve fázi mléčné nebo teprve na začátku mléčné voskové zralosti. Sklízelo se tedy s vysokým obsahem vlákniny v sušině a s nižším obsahem škrobu, často i s vyšším obsahem sušiny. Protože v letošním roce, případně v některém příštím, může sucho opět nastat, dovolujeme si předložit výsledky, ze kterých by bylo možné na takovou situaci připravit.

Během fermentace probíhají v kukuřičných silážích biochemické procesy, které provází zvýšení teploty siláží v důsledku nedostatečně vytěsněného vzduchu. Se zvyšující se sušinou se riziko vyššího obsahu zbytkového kyslíku v silážované hmotě zvyšuje. To je třeba si uvědomit a podle toho potřebnou technologii silážování zajistit, i když třeba s vynaložením

většího úsilí. Probihibující biochemické procesy, které provází zvýšení teploty, způsobují ztráty energie a výživné hodnoty siláží (Whitlock a kol., 2000).

Dalším fenoménem je přítomnost kyslíku u hotových siláží v procesu manipulace s nimi při krmení zvířat. Některé siláže jsou k aerobní degradaci odolnější, odolnost lze ovlivnit i přidávkou silážních přípravků potlačujících především množení a růst kvasinek a plísní. Vedlejším negativním efektem bývá snížení a kolísání příjmu siláže zvířaty, dojnice nejsou ochotny konzumovat zkaženou siláž, zejména v teplém období (Mahanna a Chase, 2003). Snížení příjmu siláže může být ale ovlivněno složením fermentačních produktů, zejména kyseliny octové, ale i celkového množství kyselin (Filya a Sucu, 2010).

Cílem práce tedy bylo stanovit vliv použití vybraných silážních přípravků na kvalitu fermentace a aerobní stabilitu kukuřičných siláží s vyšším obsahem sušiny, vlákniny a nižším obsahem škrobu.

Materiál a metody

Na účelovém hospodářství Výzkumného ústavu živočišné výroby (VÚŽV, v.v.i.) Praha-Uhřetěves v Netlukách byl porost hybridu kukuřice Ronaldinio (FAO 260, KWS osiva s.r.o., ČR) sklizen při vyšší sušině $37,9 \pm 2,7$ % dne 24.8.2012 řezačkou Claas Jaguar 840 (nastavenou na teoretickou délku řezanky 8 mm) a následně zasilážován do silážního žlabu. Silážovaná hmota byla naskladňována systémem do klínu.

Pokus se silážováním kukuřice jsme uskutečnili 9. září 2015 metodou pytlů vložených přímo do siláže. Na pokus byla použita řezanka provozní kukuřice. Do každého pytle bylo naváženo 10 kg řezanky.

Kromě kontroly, což byla siláže bez konzervantů, jsme založili několik variant s konzervanty. Jako pokusný silážní přípravek jsme použili biologický konzervant na bázi heterofermentativního kmenu bakterie *Lactobacillus buchneri* NCIMB 40788 s 6×10^{10} CFU/g (s komerčním názvem Lalsil Fresh), dávka nám byla dodána již namíchaná na 10 kg (údajně 5 g/t). Druhým testovaným přípravkem byly homofermentativní bakterie *Lactobacillus plantarum* MTD/1 (NCIMB 40027) s $1,54 \times 10^{11}$ CFU/g (s komerčním názvem Ecosyl). Byl aplikován v dávce 3 g/t píce. Hetero i homofermentativní kmeny bakterií obsahoval přípravek s komerčním názvem Formasil MAIZE. Obsahoval *Lactobacillus buchneri* NCIMB 40788 (1k) s 2×10^{11} CFU/g a *Pediococcus pentosaceus* NCIMB 12455 (1k) s $7,5 \times 10^{10}$ CFU/g. Byl aplikován v dávce 0,5 g/t píce. Alternativou k biologickým přípravkům byly 3 přípravky chemické. Jednalo se o úplně nový, ještě necertifikovaný, přípravek s názvem Albit (Albit), obsahující poly-beta-hydroxy máseľnou kyselinu. Byl aplikován v dávce 0,04 ml/t. V dávce 6 g/t byl aplikován přípravek Mole Stay Kool, který obsahuje Alicin (extrakt česneku). Přípravek Safesil (Ab Hanson & Möhring, salinity Agro, Švédsko), složený z benzoátu sodného (E211), sorbátu draselného (E202) a dusitanu sodného (E250), byl aplikován experimentálně pouze v dávce 1 l/t píce, což je podstatně nižší dávka, než doporučuje výrobce (3 l/t). Protože některé konzervanty bylo nutné před použitím smíchat s vodou, byla destilovaná voda v množství 50 g na 10 kg materiálu použita i u kontrolní siláže. Do každého pytle bylo vloženo čidlo Thermochron (Maxim Integrated, Dublin) pro kontinuální měření teploty. Nastaveno bylo pro měření každou hodinu s přesností 0,065 °C. Celkem jsme do silážní jámy narovnali 20 pytlů (cca 1,5 m od kraje). Pytle byly postupně zahrnuty několika vrstvami řezanky a řádně udusány. Místo vložení pytlů bylo na silážní jámě označeno.

Pytle byly ze silážního žlabu vyzvednuty postupně zhruba po 4 měsících fermentace. Obsah pytlů byl pečlivě vysypán, čidla byla vyndána a siláž byla zvážena. Řezanka byla promíchána a byly odebrány vzorky na chemické analýzy. Rovněž bylo z každého opakování odebráno 2x 2,2 kg siláže na aerobní stabilitu a následné chemické analýzy po 3 a po 7 dnech. Pro test

aerobní stability (dle patentu VÚŽV 303098) bylo od každého vzorku naváženo 300 g siláže do speciálních nádob (izolovaných 10cm polystyrénem) s Thermochron čidlem (nastaveným na měření každých 15 minut s přesností 0,065 °C). Všechny nádoby se vzorky na aerobní stabilitu byly uloženy v místnosti temperované na 20 °C.

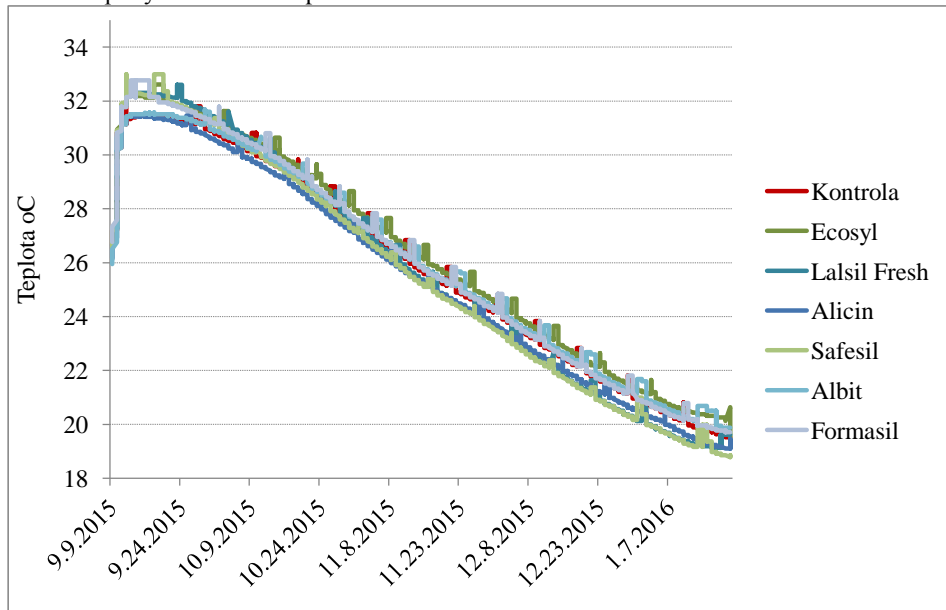
Metodami AOAC (1995) byly analyzovány následující ukazatele: sušina, N-látky, vláknina, acidi detergentní vláknina (ADF), neutrálně detergentní vláknina (NDF), škrob, redukující cukry (WSC), tuk po hydrolyze, popel. Fermentační proces byl charakterizován pomocí pH, KVV, obsahu kyseliny mléčné a těkavých mastných kyselin (octové, propionové, valerové, másečné) a N-NH₃. Statistické hodnoty byly zpracovány pomocí jednofaktorové analýzy variance ANOVA Tukeyho HSD testem v programu Statistica 10 (StatSoft, Inc. 2011, Tulsa, OK, USA) na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

Výsledky a diskuse

Průběh fermentace

Po zasilážování se teplota rychle zvyšovala, v průměru o 10 °C za 4 dny (z 22 °C na 32 °C). Pak již se postupně snižovala až na teplotu 24,3 °C. To je pokles o 1 °C zhruba za 17 dnů. Pak se opět pomalu začala zvyšovat (k pytlům začal pronikat vzduch), během 4 hodin se zvýšila o půl stupně. Rozdíly mezi maximálními a minimálními teplotami mezi silážemi s různými konzervanty nebyly za celou dobu uložení siláže v silážním žlabu vyšší než 2 °C. To dokumentuje graf 1.

Graf 1 Teploty uvnitř siláží v průběhu uložení v silážním žlabu



Výsledek fermentace

Aplikace biologických ani chemických přípravků k silážované řezance kukuřice neovlivnila obsah sušiny, ani výživné hodnoty v sušině ve srovnání s kontrolou bez konzervantu.

V tabulce 1 jsou uvedeny průměrné hodnoty čerstvé hmoty a testovaných siláží, doplněné srovnáním s údaji z databanky krmiv AgroKonzulty Žamberk. Z porovnání je patrné, že rok 2015 byl opravdu v důsledku sucha, především z pohledu obsahu sušiny, NDF a škrobu,

extrémní, jak u kukuřičných siláží v Netlukách, tak v ČR. Podobný pokus u kukuřice o sušině 37,8 %, ale s vyšším obsahem cukrů (5,2 % suš.) a nižším NDF (45,1 % suš.) vyhodnotil Filya (2003) u siláže kontrolní bez konzervantu, s *L. Buchneri*, s *L. plantarum* a jejich kombinace. Z jeho výsledků vyplývá, že přípravek s *L. buchneri* ve srovnání s kontrolou významně snížil obsah kyseliny mléčné a zvýšil obsah kyseliny octové, přičemž přípravek s *L. plantarum* měl opačný účinek, významně snížil obsah kyseliny mléčné a zvýšil obsah kyseliny octové. Kombinovaný přípravek měl srovnatelné účinky jako přípravek s *L. buchneri*.

Tabulka 1 Obsah živin v čerstvé hmotě a silážích v Netlukách ve srovnání s údaji v databance krmiv AgroKonzulty Žamberk

Aditiva	Sušina %	N-látky % suš.	Cukry % suš.	ADF % suš.	NDF % suš.	Škrob % suš.
Řezanka Netluky	46,7	9,39	2,60	26,3	57,5	29,5
Siláž Netluky	44,1	9,27	0,83	26,5	52,6	29,3
ČR 2015	33,2	9,34	-	22,8	43,0	28,2
ČR 2014	32,6	8,76	-	21,5	40,5	33,8

V tabulce 2 jsou uvedeny údaje o množství srážek ve srovnání se standardem.

Tabulka 2 Množství srážek v roce 2016

Měsíc	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Srážky [mm]	31	49	59	36	67	33
Normál (1961-1990)	47	74	84	79	78	52
% normálu	66	66	70	46	86	63

V tabulce 3 jsou uvedeny vybrané ukazatele výživné hodnoty testovaných siláží. Od ostatních variant se významně odlišovala siláž konzervovaná s využitím přípravku Formasil (kombinace homofermentativních *P. pentosaceus* a heterofermentativních bakterií *L. buchneri*) ve snížení obsahu cukrů a tedy i s jejich využitím, což odpovídá i nižšímu obsahu sušiny. Obdobné vysvětlení pro tento jev mají např. i Pahlow et al. (2003).

Tabulka 3 Obsah živin po vyndání pytlů ze silážního žlabu

Aditiva	Sušina %	N-látky % suš.	Cukry % suš.	ADF % suš.	NDF % suš.	Škrob % suš.
Kontrola	43,5 ^{ab}	9,36 ^{ab}	0,76 ^{ab}	25,7	53,3	28,5 ^a
Lalsil Fresh	43,6 ^{ab}	9,30 ^{ab}	0,77 ^{ab}	25,6	50,8	30,6 ^{ab}
Ecosyl	46,4 ^b	9,24 ^{ab}	1,43 ^{bc}	26,6	48,7	32,4 ^{ab}
Formasil	42,1 ^a	9,21 ^a	0,43 ^a	27,7	55,8	27,5 ^a
Albisil	45,3 ^b	9,24 ^{ab}	0,76 ^{ab}	28,0	55,1	27,7 ^a
Alicin	43,9 ^{ab}	9,22 ^a	0,69 ^{ab}	26,7	52,2	30,8 ^{ab}
Safesil	43,7 ^{ab}	9,31 ^{ab}	1,00 ^{abc}	25,4	52,6	28,1 ^a

Z tabulky 4 je patrný významný rozdíl ($P < 0,05$) v pH mezi kontrolou a všemi ostatními variantami silážních přípravků. U kyselosti vodního výluhu (KVV) se v přidavku biologických preparátů projevil významný rozdíl proti kontrole pouze u přípravku Formasil.

Významně vyšší KVV, ve srovnání s kontrolou, bylo naměřeno u všech siláží konzervovaných chemickými přípravky.

Výsledek fermentace kukuřičné siláže bez konzervantu, s homofermentativními bakteriemi (*L. plantarum*), s heterofermentativními bakteriemi (*L. buchneri*) a s jejich kombinací porovnával také např. Filya (2004). Kombinace *L. buchneri* a *L. plantarum* snížilo pH a obsah čpavkového dusíku. Ovšem, *L. buchneri*, *L. plantarum* ani *L. buchneri* + *L. plantarum* neovlivnily obsah sušiny, obsah živin v sušině, ani degradabilitu NDF.

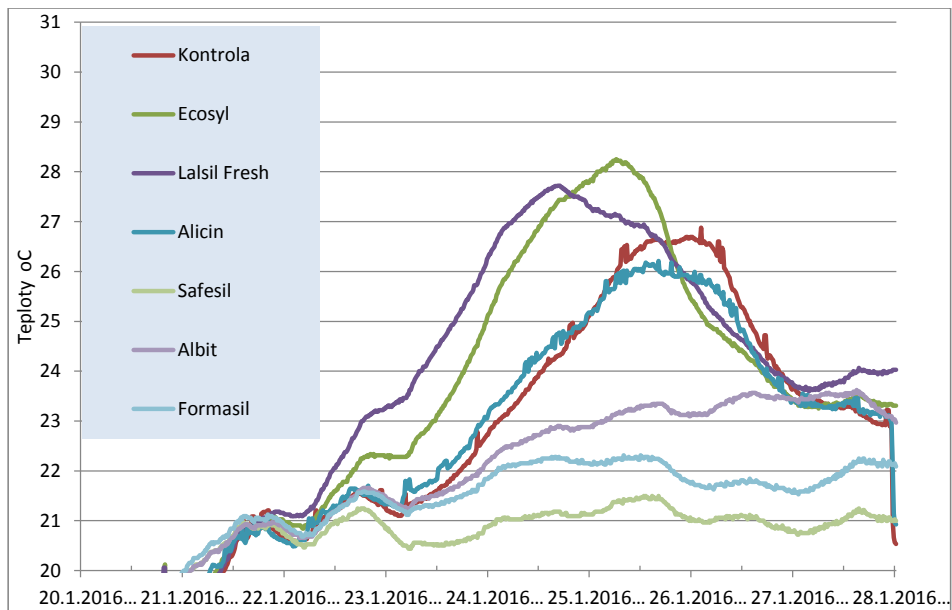
Tabulka 4 Ukazatele kvality fermentace

Aditivum	pH	KVV* mg KOH/100 g	KM* %	TMK* %	KM/TMK	N-NH ₃ * mg N/100 g
Kontrola	3,89 ^c	1234 ^a	2,10	0,93 ^{ab}	2,25	23,8 ^{ab}
Lalsil Fresh	3,84 ^b	1331 ^{ab}	1,82	0,95 ^{ab}	1,93	25,2 ^{ab}
Ecosyl	3,84 ^b	1347 ^{abc}	2,09	0,91 ^{ab}	2,31	23,5 ^{ab}
Formasil	3,82 ^{ab}	1459 ^c	2,50	0,92 ^{ab}	2,76	23,8 ^{ab}
Albisil	3,82 ^{ab}	1459 ^c	2,40	1,04 ^b	2,30	23,3 ^a
Alicin	3,81 ^a	1392 ^{bc}	2,41	0,88 ^a	2,78	26,6 ^b
Safesil	3,82 ^{ab}	1391 ^{bc}	2,02	0,99 ^{ab}	2,03	24,8 ^{ab}

*hodnoty uvedeny v hodnotách z čerstvé siláže, KVV = kyselost vodního výluhu, KM = kys. mléčná, TMK = těkavé mastné kyseliny

Aerobní stabilita

Aerobní stabilitu jsme stanovili dle Ranjit a Kung (2000) v hodinách, kdy se teplota siláže zvýšila o 3 °C nad průměrnou teplotu v laboratoři (ambient). Biologické preparáty měly aerobní stabilitu nižší než kontrola bez konzervantu (107 hodin), kromě přípravku Formasil (142 hodin), což lze vysvětlit větším využitím cukrů (viz tabulka 3) v průběhu fermentace (0,43 % v abs. sušině), které pak nezbyly jako zdroj energie pro množení kvasinek. Alicin a Albisil měly zhruba stejnou aerobní stabilitu ve srovnání s kontrolou. Nejvyšší aerobní stabilitu (170 hodin) měly siláže s přidavkem Safesilu, který zároveň i uchoval vyšší obsah cukrů (1 % v abs. sušině). Výsledky dokumentují i průběhy křivek v grafu 2 z jednoho ze tří měření.



Z tabulky 5 je patrné, že třetí den po otevření sila významné změny nastaly pouze u siláží s přípravky Ecosyl, Albit a Safesil, kde se snížil obsah TMK a tím se i zvýšil poměr mezi kys. mléčnou a TMK. Sedmý den již byly téměř všechny ukazatele kvality u všech variant přípravků významně odlišné od kontroly ve vyšším pH, v nižším KVV a v nižším obsahu kys. mléčného. Žádný významný rozdíl nebyl zjištěn mezi kontrolou a ostatními silážemi konzervantů.

Tabulka 5 Výsledky aerobní stability po 3 a 7 dnech

Aditiva	Dny	pH	KVV* mg KOH/100 g	KM* %	TMK* %	KM/TMK
Kontrola	1.	3,89 ^a	1234 ^c	2,10 ^{cde}	0,94 ^{defg}	0,76 ^a
	3.	3,91 ^a	1208 ^c	2,33 ^{cde}	0,77 ^{abcdefg}	2,25 ^{abc}
	7.	4,42 ^c	659 ^a	0,83 ^a	1,09 ^g	3,14 ^{bcde}
Lalsil Fresh	1.	3,84 ^a	1331 ^{cd}	1,83 ^{bc}	0,95 ^{defg}	0,75 ^a
	3.	3,91 ^a	1270 ^c	1,91 ^{cd}	0,59 ^{abcd}	1,93 ^{ab}
	7.	4,42 ^c	659 ^a	0,81 ^a	1,08 ^g	3,30 ^{bcde}
Ecosyl	1.	3,84 ^a	1347 ^{cd}	2,10 ^{cde}	0,91 ^{bcdefg}	2,31 ^{abc}
	3.	3,92 ^a	1329 ^{cd}	2,44 ^{de}	0,47 ^a	5,33 ^f
	7.	4,48 ^c	632 ^a	0,78 ^a	1,02 ^{fg}	0,76 ^a
Formasil	1.	3,82 ^a	1459 ^d	2,50 ^{de}	0,92 ^{cdefg}	2,76 ^{bcd}
	3.	3,92 ^a	1270 ^c	2,10 ^{cde}	0,68 ^{abcdef}	3,14 ^{bcde}
	7.	4,41 ^c	685 ^a	0,84 ^a	1,11 ^g	0,76 ^a
Albit	1.	3,83 ^a	1459 ^d	2,40 ^{cde}	1,04 ^g	0,74 ^a
	3.	3,92 ^a	1360 ^{cd}	2,14 ^{cde}	0,57 ^{abc}	2,30 ^{abc}
	7.	4,41 ^c	685 ^a	0,80 ^a	1,07 ^g	3,75 ^{cde}

Alicin	1.	3,81 ^a	1392 ^{cd}	2,41 ^{cde}	0,88 ^{bcdefg}	0,76 ^a
	3.	3,92 ^a	1298 ^{cd}	2,69 ^e	0,65 ^{abcde}	2,78 ^{bcd}
	7.	4,48 ^c	659 ^a	0,83 ^a	1,09 ^g	4,38 ^{ef}
Safesil	1.	3,83 ^a	1391 ^{cd}	2,03 ^{cd}	1,00 ^{efg}	2,03 ^{ab}
	3.	3,93 ^a	1208 ^c	2,35 ^{cde}	0,57 ^{abc}	4,16 ^{def}
	7.	4,40 ^a	685 ^a	0,83 ^a	1,11 ^g	0,75 ^a

*hodnoty uvedeny v hodnotách z čerstvé siláže, KVV = kyselost vodního výluhu, KM = kys. mléčná, TMK = těkavé mastné kyseliny

Závěr

Pro silážování kukuřice postižené během vegetace suchem doporučujeme použít biologický silážní přípravek kombinace vybraných hetero a homofermentativních kmenů bakterií, případně chemický přípravek obsahující benzoát sodný, sorbát draselný a dusitan sodný.

Dodatek: Zpracováno v rámci řešení projektu MZERO714.

Seznam literatury je k dispozici u autora příspěvku.

Ing. Radko Loučka, CSc., doc. Ing. Petr Homolka, CSc., Ph.D., Ing. Filip Jančík, CSc.Ph.D.,
Ing. P. Kubelková, Ph.D., Ing. Y. Tyrolová

Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha-Uhřetěves

Seznam literatury

- AOAC (2005): Official methods of analysis. 18th Ed. Gaithersburg. USA: Association of Official Analytical Chemists. AOAC International.
- Filya, I. (2003): The effect of *Lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria, on the fermentation, aerobic stability and ruminal degradability of wheat, sorghum and maize silages. Journal of Applied Microbiology. 95, 1080–1086
- Filya, I. (2004): Nutritive value and aerobic stability of whole crop maize silage harvested at four stages of maturity. Animal Feed Science and Technology. 116, 1–2, 141–150
- Filya, I., Sucu, E. (2010): The effects of lactic acid bacteria on the fermentation, aerobic stability and nutritive value of maize silage. Grass and Forage Sci. 65, 4, 446–455.
- Pahlow, G., Muck, R.E., Driehuis, F., Oude Elferink, S.J.W.H., and Spoelstra, S.F. (2003) Microbiology of ensiling. in: D.R. Buxton, R.E. Muck, J.H. Harrison (Eds.) Silage Science and Technology. Am. Soc. Agron., Crop Sci. Soc. Am., Soil Sci. Soc. Am., Madison, WI: 31–93
- Ranjit N.K., Kung Jr. L. (2000) The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. J Dairy Sci 83, 526–535.
- Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha 10-Uhřetěves, CZ, NutriVet s.r.o., Pohořelice, CZ, . Zařízení na stanovení aerobní stability siláží. Původce vynálezu: LOUČKA, R. & JAMBOR, V. . Patentový spis 303098. (2012)
- Wilkinson J.M. a Davies D.R. (2012): The aerobic stability of silage: key findings and recent developments. Blackwell Publishing Ltd. Grass and Forage Science. 68:1–19.



Tabulka: Aerobní stabilita v počtu hodin, kdy se teplota zvýšila o 3 °C nad průměrnou teplotu v laboratoři

Konzervant	Laboratoř	Pytle	Boxy	Průměr
Kontrola	91	121	110	107
Lalsil Fresh	69	85	81	78
Ecosyl	69	100	91	87
Formasil	136	96	193	142
Albisil	96	104	133	111
Alicin	83	120	106	103
Safesil	152	164	193	170