

Vliv délky řezanky zavadlé vojtěšky na kvalitu fermentačního procesu a aerobní stabilitu siláže

Souhrn

Cílem pokusu bylo zjistit, nakolik délka řezanky zavadlé vojtěšky a přídavek aditiv ovlivní kvalitu fermentačního procesu a aerobní stabilitu siláže. Teplota s přesností 0,065 °C byla kontinuálně měřena v průběhu fermentace a aerobní degradace. Kromě kontroly bez aditiva byl testován vliv tří chemických a dvou biologických konzervantů. Pro zjištění délky řezanky byl použit Penn State Particle Size Separator. Po separaci siláže s delší řezankou (D) zůstalo 77,5 % hmoty na sítu s oky 19 mm, s kratší řezankou (K) 26,7 %.

U siláží D ve srovnání s K stoupala teplota na začátku fermentace pomaleji (kulminovala o 72 hodin později) a pomaleji klesala (po 119 dnech pokusu byla teplota D vyšší o 2 °C). Aerobní stabilita D byla nižší o 54 hodin. Silážní přípravky teplotu siláží sice ovlivnily, ale ne natolik, aby rozdíl mezi D a K v obsahu sušiny, výživných hodnotách, kvality fermentačního procesu i aerobní stability byly statisticky významné.

Klíčová slova: teoretická délka řezanky, separace, fermentace, teplota, additiva

Summary

The aim of the experiment was to find out how cutting length wilted lucerne and the addition of additives affect the quality of the fermentation and aerobic stability of silage. The temperature with the accuracy of 0.065 °C was measured continuously during the fermentation and aerobic degradation. Besides checking without additive was tested the effect of 3 chemical and 2 biological additives. To determine the length of cut was used Penn State Particle Size Separator. After separation of the silage with longer chop (D) remaining 77.5 % of the mass on the sieve 19 mm, shorter chop (K) 26.7 %. For silage D compared with K at the beginning of the fermentation the temperature increased slowly (peaked 72 hours later) and slowly decreased (after 119 days of the experiment, the temperature D was higher by 2 °C). Aerobic stability D was lower by 54 hours. The temperature of silage was affected by additives, but not so much that the difference between D and K in the dry matter content, nutritional value, quality of fermentation and aerobic stability were statistically significant.

Key words: theoretical length of cut, separation, fermentation, temperature, additives

Úvod

Struktura směsné krmné dávky u dojnic významně ovlivňuje pH v bacheru i ukazatele přežvykování a následně i jejich užítkovost, složení mléka a zdraví. To prokázali například Krause et al. (2002) v pokuse, kde kombinovali dietu, která obsahovala vojtěškovou siláž, vyrobe-



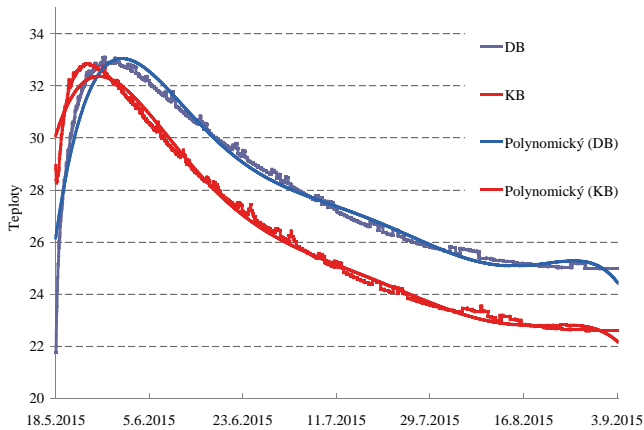
Třepáním řezanky v PSPS separátoru se pomocí síty s oky 19 a 8 mm oddělí dlouhé částice řezanky od zbytku, který projde sítí

nou s teoretickou délkou řezanky (TLC) 6 cm a 3 cm a jadrnou směs s obsahem vyššího a nižšího zastoupení v bacheru zkvasitelných sacharidů (RFC). Zkrácení TLC, obdobně jako zvýšení obsahu RFC, se projevilo na snížení pH v bacheru z 6,02 na 5,81, resp. z 5,99 na 5,85 a prodloužilo dobu, kdy bylo pH nižší než 5,8 z původních 7,4 h na 10,8 h, resp. z 6,4 h na 11,8 hodin. Méně výrazné rozdíly byly v přežvykování. Zkrácení TLC, obdobně jako zvýšení obsahu RFC, se projevilo na zkrácení doby přežvykování ze 485 na 320 min/d, resp. pro RFC tomu bylo dokonce naopak, tedy z 68,5 na 79,5 min/kg přijatého NDF. Významné byly hlavně korelace pH k obsahu tuku v mléce (0,41 pro snížení pH a -0,55 pro prodloužení doby pH pod 5,8). Zkrátí-li se řezanka, dojnice méně přežvykují, pH v bacheru se začne přibližovat ke kritickým hodnotám vzniku acidózy a sníží se obsah tuku v mléce. Zvýší-li se RFC v krmné dávce, na přežvykování to má minimální vliv, ale pH v bacheru se začne přibližovat ke kritickým hodnotám vzniku acidózy podobně jako u zkrácení délky řezanky. Výzkumných výstupů s podobnými závěry je více (Colenbrander et al. 1991,

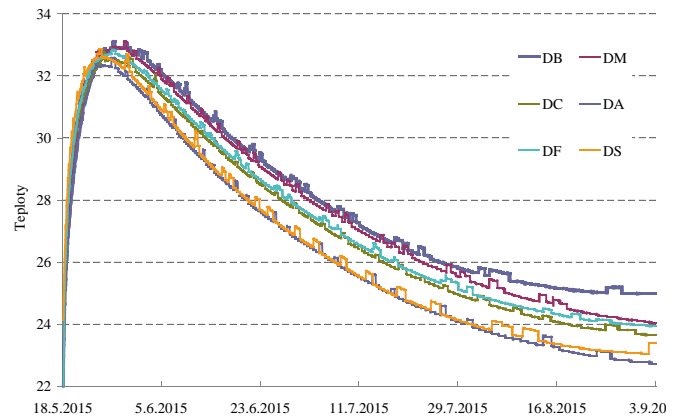
tám vzniku acidózy a sníží se obsah tuku v mléce. Zvýší-li se RFC v krmné dávce, na přežvykování to má minimální vliv, ale pH v bacheru se začne přibližovat ke kritickým hodnotám vzniku acidózy podobně jako u zkrácení délky řezanky. Výzkumných výstupů s podobnými závěry je více (Colenbrander et al. 1991,



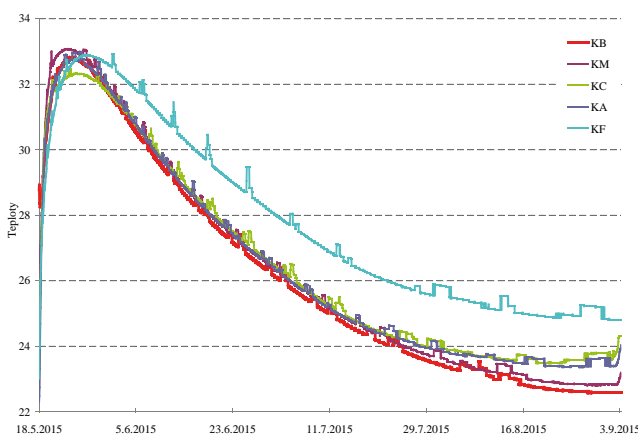
Řezanku jsme nasypali do pytlů



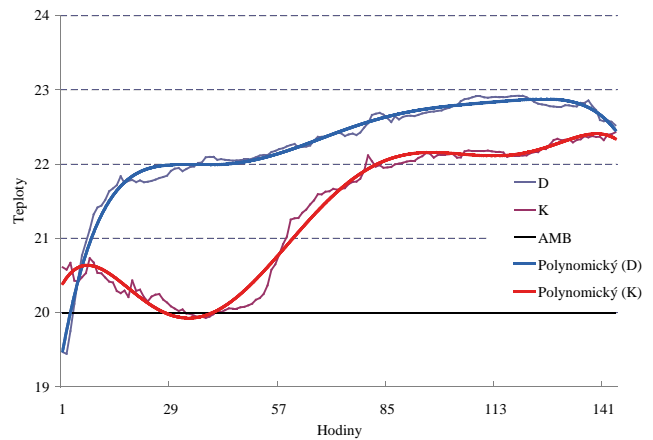
Graf 1 – Teploty siláží s delší (DB) a kratší (KB) řezankou, konzervovaných bez silážních přípravků



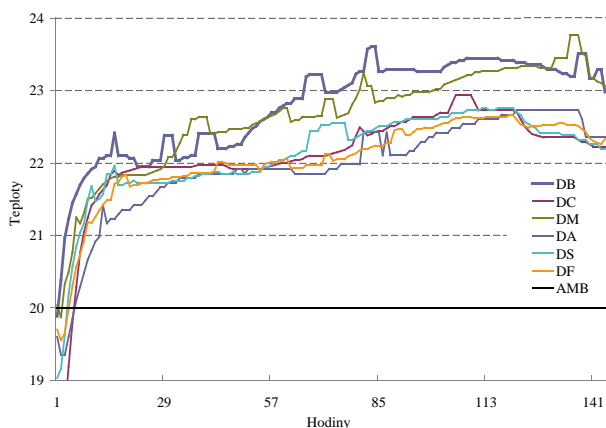
Graf 2 – Teploty siláží s delší řezankou (D), konzervovaných bez silážních přípravků (B) a s přípravky M = kyselina mravenčí 85%, A = Albisil, C = Stay Kool, F = Formasil a S = Safesil



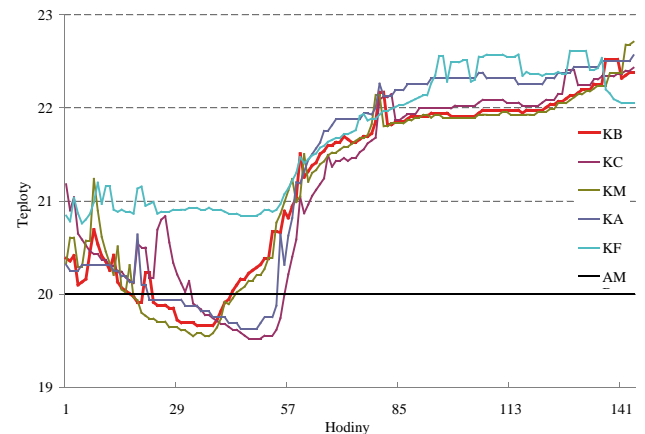
Graf 3 – Teploty siláží s kratší řezankou (K), konzervovaných bez silážních přípravků (B) a s přípravky M = kyselina mravenčí 85%, A = Albisil, C = Stay Kool a F = Formasil



Graf 4 – Teploty siláží s delší (D) a kratší (K) řezankou (konzervovaných bez silážních přípravků) po vystavení působení kyslíku (AMB je průměrná teplota v laboratoři 20 °C)



Graf 5 – Teploty siláží s delší řezankou (D), konzervovaných bez silážních přípravků a s nimi (ad graf 2) po vystavení působení kyslíku (AMB je průměrná teplota v laboratoři 20 °C)



Graf 6 – Teploty siláží s kratší řezankou (K), konzervovaných bez silážních přípravků a s nimi (ad graf 3) po vystavení působení kyslíku (AMB je průměrná teplota v laboratoři 20 °C)

Heinrichs et al., 1999, Beauchemin et al., 2003, Kononoff et Heinrichs 2003, Yang a Beauchemin 2006, Tafaj et al., 2007). V praxi u pracovníků obsluhujících sklizňové stroje převažuje tendence takového nastavení nožů rezačky, které umožňuje vyšší průchodnost sklizené hmoty, a tím i vyšší výkon. Neuvědomují si, že zkrácení

řezanky má příznivý vliv nejen na fermentaci siláže v bacheru, ale i na zlepšení kvality fermentace silážované hmoty v silážním žlabu. Hmota s kratší řezankou a ne příliš vysokou sušinou se především lépe dusá a v dobře udusané hmotě je podstatně méně kyslíku, který jinak zapříčiňuje vyšší ztráty. Utlačení hmoty dále kom-

plikuje vyšší sušina řezanky (Muck et al., 2003). Přeschně-li píce, podstatně se zvýší riziko ztrát jak na poli, tak nevhodnou fermentací i zaplísňením. Jakmile u zaváděle vojtěšky v důsledku ztráty vody začnou opadávat lístečky, zůstane na poli to nejcejnější, co bylo vypěstováno. Makoni et al. (1993) zjistili, že zavádáním se zvýší

Téma: Výroba konzervovaných krmiv

Tab. 1 – Základní charakteristika délky zpracovávané řezanky vojtěšky a fyzikálně efektivní vlákniny

Separace na PSPS		D	K
Horní síto 19 mm	%	77,5	26,7
Prostřední síto 8 mm	%	7,9	34,1
Dolní box	%	14,7	39,2
Fyzikálně efektivní vláknina (peNDF)	%	31,9	21,3

Legenda: D = delší řezanka, K = kratší řezanka

Tab. 2 – Obsah sušiny a výživných hodnot v sušině u řezanky vojtěšky

Živiny	Jednotky	D	K	K*
Sušina	%	57,6	60,1	42,3
N-látky	% v sušině	21,9	22,8	18,6
Vláknina	% v sušině	27	27,4	30,6
Cukry redukcující (WSC)	% v sušině	8,1	8,2	6,1
NDF	% v sušině	37,4	35	45,1
ADF	% v sušině	31,5	30,8	36,6

Legenda: D = delší řezanka, K = kratší řezanka; K* = u vzorků K s kyselinou mravenčí byla sušina nižší

podíl více rozpustných frakcí dusíkatých látek, ale zároveň i podíl chloroplastu. Fermentaci v anaerobním prostředí dochází ke změně obsahu živin, zejména dusíkatých látek a vlákniny. Proteolytické změny u vojtěškových siláží, s cílem ome-

zit degradaci bílkovin s využitím různých silážních přípravků, studovali například Guo et al. (2008). Filya et al. (2007) porovnávali vliv aditiv na kvalitu fermentace u vojtěškové siláže o sušině 48 a 36,8 %. U siláží s vyšší sušinou bez aditiva byly



Do každého pytle jsme odvážili přesně 10 kg řezanky

získány horší výsledky, ale účinnost aditiv byla vyšší než u siláží se sušinou nižší. Pozitivní efekt byl hlavně u snížení pH. Cílem našeho pokusu bylo zjistit, nakolik zkrácení délky řezanky na polovinu ovlivní kvalitu fermentačního procesu

Tab. 3 – Chemické analýzy vojtěškových siláží (výživné hodnoty)

Ukazatel	Varianta	B	M	A	C	F	SEM	D/K	Ad	D/K*Ad
Sušina, %	D	56,3 ^{bcd}	54,5 ^b	55,3 ^{bc}	58,5 ^d	58,1 ^{cd}	0,29	0,018	0,000	0,000
	K	57,8 ^{cd}	44,7 ^a	58,4 ^{cd}	58,8 ^d	58,0 ^{cd}				
Popel, % v suš.	D	9,5	10,3	10,4	10,1	10,1	0,31	0,506	0,057	0,294
	K	8,5	11,8	10,1	8,7	10				
Cukry, % v suš.	D	9,9 ^b	10,9 ^b	11,2 ^b	10,9 ^b	10,8 ^b	0,43	0,019	0,006	0,004
	K	10,2 ^b	3,9 ^a	10,7 ^b	9,7 ^b	11,5 ^b				
NDF, % v suš.	D	40,5	38,1	39,3	37,5	38,3	1,18	0,615	0,315	0,156
	K	32,6	44,1	39	34,3	39,2				

Legenda: D/K = délka řezanky; Ad = aditivum; B = bez aditiva; M = kyselina mravenčí 85%; A = Albisil (Poly-beta-hydroxy-butyric-acid); C = Stay Cool = Alicin (extrakt česneku); F = Formasil (bakteriálně-enzymatický přípravek); rozdílná písmena a, b, c v indexu čísel značí významné ($P < 0,05$) rozdíly mezi nimi

Tab. 4 – Ukazatele fermentace siláží

Ukazatel	V	B	M	A	C	F	SEM	D/K	Ad	D/K*Ad
pH	D	5,37	5,32	5,34	5,33	5,29	0,01	0,725	0,014	0,311
	K	5,37	5,28	5,32	5,35	5,33				
KVV mg KOH/100g	D	1648	1692	1692	1714	1714	9,16	0,727	0,124	0,246
	K	1671	1735	1714	1671	1693				
KM %	D	1,14 ^a	1,17 ^{ab}	1,14 ^a	1,11 ^a	1,08 ^a	0,28	0,148	0,009	0,063
	K	1,11 ^a	1,47 ^b	1,12 ^a	1,10 ^a	1,14 ^a				
TMK %	D	0,39	0,41	0,42	0,39	0,38	0,01	0,342	0,121	0,317
	K	0,40	0,51	0,38	0,40	0,40				
KM/TMK	D	2,92	2,85	2,71	2,85	2,84	0,07	0,983	0,976	0,926
	K	2,78	2,88	2,95	2,75	2,85				
N-NH ₃ mg N/100 g	D	29,0	28,1	28,3	28,2	31,5	0,99	0,981	0,617	0,502
	K	26,9	33,0	28,5	27,7	29,2				

Legenda: D/K = délka řezanky; Ad = aditivum; B = bez aditiva; M = Kyselina mravenčí 85%; A = Albisil (Poly-beta-hydroxy-butyric-acid); C = Stay Cool = Alicin (extrakt česneku); F = Formasil (bakteriálně-enzymatický přípravek); rozdílná písmena a, b, c v indexu čísel značí významné ($P < 0,05$) rozdíly mezi nimi; KVV = kyselost vodního výluhu; KM = kyselina mléčná; TMK = těkavé mastné kyseliny; N-NH₃ = čpavkový dusík

Tab. 5 – Teploty v průběhu fermentace

Ukazatel	Varianta	B	M	A	C	F	S
Hodin do kulminace	D	225	267	177	213	215	161
	K	138	117	139	181	126	X
Nejvyšší teplota °C	D	33,1	33,1	32,7	32,5	32,8	32,8
	K	32,8	33,1	32,4	33	32,9	X
Nejnižší teplota °C	D	25	24	22,7	23,6	23,9	23
	K	23	23,2	23,4	24,3	24,8	X

Legenda: D/K = délka řezanky; Ad = aditivum; B = bez aditiva; M = kyselina mravenčí 85%; A = Albisil (Poly-beta-hydroxy-butyric-acid); C = Stay Cool = Alicin (extrakt česneku); F = Formasil (bakteriálně-enzymatický přípravek); S = Safesil; X = varianta S pro K nebyla založena

Tab. 6 – Aerobní stabilita siláží v hodinách, kdy se zvýšila teplota uvnitř siláže o 2 °C oproti teplotě v laboratoři (v průměru 20 °C)

Označení	B	M	A	C	F
Delší řezanka (D)	26	30	81	60	43
Kratší řezanka (K)	80	79	83	80	84

Legenda: D/K = délka řezanky; Ad = aditivum; B = bez aditiva; M = kyselina mravenčí 85%; A = Albisil (Poly-beta-hydroxy-butyric-acid); C = Stay Cool = Alicin (extrakt česneku); F = Formasil (bakteriálně-enzymatický přípravek); S = Safesil; X = varianta S pro K nebyla založena

a aerobní stabilitu siláže a jak lze fermentaci siláže s delší a kratší řezankou ovlivnit pomocí vybraných biologických a chemických silážních přípravků.

Materiál a metody

Zavadlá vojtěška z první seče o sušině 57,6 ± 1,26 byla sklizena řezačkou tak, aby byly získány dvě délky řezanky: delší (D) s teoretickou délkou řezanky (TLC) nad 30 mm a kratší (K) s TLC asi 15 mm. Pro zjištění skutečné délky řezanky byl použit Penn State Particle Size Separator (PSPSS) se sítí s oky 19 mm a 8 mm. Navážka na horním sítu byla 200 g. Třepalo se podle návodu

40 tahů tam a zpět se změnou čtyř stran. Z řezanky D i K bylo založeno do speciálních pytlů (odolných proti kyselinám a s oky 1 mm, aby mohl pronikat dovnitř i ven vzduch, ale ne materiál) celkem šest variant ve třech opakováních, od každé varianty deset kilogramů řezanky. Pytle byly zváženy a uloženy do silážované hmoty v silážním žlabu. Na pytle byla nasypána řezanka a vše bylo důkladně udusáno s využitím dusáče s vagonovými koly. Kontrolní varianta byla bez konzervačního přípravku, u pokusných variant byly do řezanky aplikovány tři konzervační přípravky chemické: (M) kyselina mravenčí v dávce 4,5 l/t, (A) Albit

(Polybetahydroxybutyricacid) v dávce 1 l/t, (S) Safesil (benzoát sodný E211, sorbát draselný E202 a dusitan sodný E250), v dávce 3 l/t a dva přípravky biologické (C) Stay Cool (*L. plantarum* NCIMB 30094 a Aliin extrakt česneku) v dávce 60 g/t a (F) Formasil Alfa (bakteriálně-enzymatický *P. pentosaceus*, *L. plantarum*, beta-glukanáza, xylanáza) v dávce 100 g/t. Do každého pytle bylo vloženo čidlo Thermochron, kalibrované na měření teplot každých 60 minut s přesností 0,065 °C. Pytle byly následně vloženy v silážním žlabu do silážované hmoty, zakryty vrstvou siláže a udusány s využitím dusáče s vagonovými koly. Po 119 dnech uložení v silážním žlabu byly pytle vyjmuty ze siláže, zváženy a dopraveny do laboratoře k chemickým rozborům standardními metodami (AOAC 1995). Vzorky byly odebrány podle nařízení Commission Regulation (2009). Stabilita byla měřena dle Ranjit et Kung (2000). Výsledky byly statisticky zpracovány s využitím programu Statistica var. 10 (StatSoft, USA), vícefaktorovou procedurou ANOVA a následným POST-HOC Tukey testem.

Výsledky a diskuse

Rozdělení siláží podle délky řezanky je uvedeno v tabulce 1. Hlavní rozdíl byl mezi řezankou D a K na horním síti. Pokud se však hodnotí fyzikálně efektivní vláknina (peNDF), je rozhodující součet na sítěch s 19 i 8 mm. Výpočet peNDF je založen na násobení % hmoty nad sítím 8 mm a % NDF v sušině. Výsledek peNDF byl u D 31,9 %, u K 21,3 %. Pro zajištění

Téma: Výroba konzervovaných krmiv



Pytle jsme náhodně položili do připravené prohlubně v naskladňované řezance v silážním žlabu

kyselosti v batoru nad pH 6,0 Berzaghi et Mertens (2004) doporučují peNDF větší než 22 %, pro zajištění obsahu tuku v mléce nad 3,4 % by mělo stačit peNDF nad 20 %. Normativně by se měla hodnota peNDF pohybovat v rozmezí 22 až 24 %. Fyzikálně efektivní vlákninu (peNDF) o velikosti částic na sítu 8 a 19 mm zjišťovali u holštýnských dojnic Beauchemin et Yang (2005). Potvrdili, že délka částic je sice dobrým indikátorem doby přežvykování, ale nemusí nutně redukovat batorovou acidózu. V tabulce 2 jsou uvedeny výživné hodnoty řezanky vojtěšky. Z výsledků je patrné, že u vzorků K s kyselinou mravenčí byla sušina nižší, než u ostatních vzorků. Nižší obsah sušiny pravděpodobně ovlivnil i další ukazatele, proto jsou vzorky u K řezanky konzervované kyselinou mravenčí uváděny zvlášť. Konzervovaná hmota pravděpodobně pocházela z jiné části pole, protože rozdílný není jen obsah sušiny, ale rozdílné jsou i ostatní ukazatele výživné hodnoty, zatímco rozdíly mezi D a K jsou minimální (nejdou průkazně rozdílné) ve všech ukazatelích. V tabulce 3 jsou výsledky výživných hodnot siláží po fermentaci 119 dnů. Varianta B je bez aditiva a varianta M s kyselinou mravenčí. Ostatní silážní přípravky mají označení A, C a F. Chemický přípravek Safesil se ale podařilo aplikovat jen na řezanku D, proto do statistického hodnocení nebyl zařazen. Rozdíl mezi D a K byl významný pouze u sušiny a obsahu cukrů v sušině, ale jen u varianty M, tedy s kyselinou mravenčí, kde ale byla řezanka pravděpodobně z jiné části pole. Ostatní rozdíly ve výživných hodnotách mezi testovanými variantami (B, A, C a F) nebyly významné ($P > 0,05$). V tabulce 4 jsou výsledky fermentačního procesu siláží. Významně nejvíc

($P < 0,05$) kyseliny mléčné bylo vyprodukováno u siláží ošetřených kyselinou mravenčí a s kratší řezankou. Rozdíly mezi silážemi kontrolními bez konzervantu (B) a silážemi s konzervanty, ale ani mezi D a K nebyly významné. Výsledky jsou v souladu s výsledky, které prezentovali Guo et al. (2008). Hodnoty pH pro zajištění fermentačního procesu bez vzniku kyseliny máselné se při této vysoké sušině pohybovaly na kritické hranici 5,3 (Weisbach et al., 1974). Výrazněji ji však nepřekročily u žádné varianty, což se kladně projevilo právě v tom, že kyselina máselná nebyla detekována. Hodnoty kyselosti vodního výluhu (KVV) byly poměrně vysoké (1697 mg KOH/100g) a ukazují, že i když sušina byla vysoká, fermentace proběhla. Merchen et Satter (1983) porovnávali vojtěškové siláže o sušině 40 % a 66 %. Ukazatele kvality byly u siláží s 66% sušinou téměř u všech ukazatelů horší, kromě obsahu $\text{NH}_3\text{-N}$. U siláží s 66% sušinou bylo dosaženo podobného výsledku u hodnot pH (5,40 vs. 5,33) jako v našem pokuse. V tabulce 5 a v grafech 1 až 3 jsou uvedeny výsledky sledování teplot v průběhu fermentace.

U siláží D ve srovnání s K stoupala teplota na začátku fermentace pomaleji (kulminovala v průměru o 72 hodin později) a pomaleji klesala (po 119 dnech pokusu byla teplota D vyšší o 2 °C). Z tabulky i grafů je patrné, že silážní přípravky teplotu siláží ovlivnily, ale ne výrazně. V tabulce 6 a v grafech 4 až 6 jsou uvedeny vlivy aditiv na aerobní stabilitu, charakterizovanou zvýšením teploty siláže. Aerobní stabilita D ve srovnání s K byla nižší o 54 hodin. Silážní přípravky teplotu siláží sice ovlivnily, ale ne natolik, aby rozdíly mezi D a K v obsahu sušiny, výživných hodnotách, kvality fermentačního procesu i aerobní stability byly statisticky významné. Rozdíly mezi variantami s využitím silážních přípravků se ukázaly hlavně při hodnocení aerobní stability. U siláží s D řezankou byla aerobní stabilita v průměru o 33 hodin kratší (v absolutních hodnotách 48 hodin u siláží s D řezankou proti 81 hodinám s K řezankou). Nejnížší aerobní stabilitu měly siláže D bez aditiva DB (26 hodin) a s kyselinou mravenčí DM (30 hodin), naopak nejvyšší stabilitu měly siláže s delší řezankou konzervované s Alicinem DC (60 hodin) a s Albitem DA (81 hodin). Pokud se silážovalo s kratší



Nakladač pytle zahrnul a dusáč s vagónovými koly povrch důkladně udusal

řezankou, byly rozdíly teplot mezi silážemi s různými aditivy minimální. Po 144 hodinách byly u všech variant stanoveny také ukazatele fermentace. U siláží K byly u varianty bez konzervantu KB zjištěny horší ($P < 0,05$) výsledky aerobní stability u kyseliny mléčné a octové a u čpavkového dusíku, který je ukazatelem zvýšené proteolýzy. U siláží D byly již výsledky aerobní stability u všech variant ve všech ukazatelích horší. Z toho vyplývá, že siláže s vyšší sušinou a především ty s delší řezankou (peNDF 31,9 %) je třeba co nejdříve zkrmit, jinak se významně sníží jejich kvalita.

Závěr

Zkrácení řezanky mělo na výsledek fermentačního procesu i aerobní stabilitu větší vliv než přidání aditiv, ať již biologického, nebo chemických, ale ne tak velký, aby byl statisticky významný. Konzervuje-li se vojtěška s příliš vysokou sušinou, je jen velmi obtížné nedostatky technologie nahradit přidáním konzervantů. Délka řezanky neovlivnila obsah sušiny, výživné hodnoty, ani kvalitu fermentačního procesu. Pouze u varianty s kratší řezankou konzervovanou kyselinou mravenčí byla řezanka konzervována s nižší sušinou, což se významně ($P < 0,05$) projevilo ve snížení obsahu cukrů a zvýšení obsahu kyseliny mléčné v siláži.

Dedikace: MZe NAZV QJ1510391

*Literatura je k dispozici u autorů příspěvku
Článek byl odborně recenzován.*

Ing. Radko Loučka, CSc.,

Ing. Yvona Tyrolová,

Ing. Filip Jančík, Ph.D.,

Ing. Petra Kubelková, Ph.D.,

doc. Ing. Petr Homolka, CSc. Ph.D.,

VÚŽV, v. v. i., Praha-Uhřetěves

Kontakt na autora:

loucka.radko@vuzv.cz