

VLIV PŘÍDAVKU CHEMICKÉHO KONZERVAČNÍHO PŘÍPRAVKU NA KVALITU SILÁŽE LUPINY

J. Skládanka, P. Doležal

Došlo: 19. prosince 2007

Abstract

SKLÁDANKA, J., DOLEŽAL, P.: *The effect of different chemical preservative supplementation on the lupin silage quality*. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2008, LVI, No. 2, pp. 139–146

The aim of this study was to evaluate the effect of a chemical preservative supplementation on the quality of lupine silage as compared with untreated controls. Fresh green Lupine (*Lupinus lupine*), variete Juno, dry matter content 187.15 g/kg at full waxy stage of maturity were chopped to the length of cut ca 30–50 mm. The crop was artificially wilted for a period of 24 h and ensiled as described above. Lupine were ensiled for 98 days in laboratory silos, capacity about 4 l alone or with supplementation of chemical preservative 3 and 6 l/tonne forage respectively). The relatively mean WSC content and the low buffering capacity of lupine crop provided for a good preservation with the chemical preservative.

The best quality of fermentation process and nutritive value was found in silages with the supplement of acid mixtures dosed at 6 l/t since they showed not only a better content of net energy (NEL) and CP but also a significantly higher ethanol content, a more favourable RDP content and a higher starch content than the control. The supplement of preservatives resulted in the increased DM content in stored silage, in the increased escape of silage effluents and in the inhibited ($P < 0.01$) formation of acetic acids (19.8 ± 2.17 g/kg DM) in comparison with control silage. In chemical treated silages (3 l/t) was also increased level ($P < 0.01$) of lactic acid (116.9 ± 2.61 g/kg DM) and total acids in kg of dry matter (143.4 ± 3.64 g/kg), but decreased level of pH value (4.03 ± 0.01), acidity water extract (KVV– 1221.1 ± 11.51 mg KOH/100 g silage), titration acidity (FT– 0.107 ± 0.002), and of NH_3 content (664.1 ± 7.51 mg/kg DM).

lupine silage, quality of silage, lupine, fermentation process, nutritive value

Lupina (*Lupinus*, L.) patří v současné době k významným netradičním luskovinám, které celosvětově nabývají na svém hospodářském významu. Rod *Lupinus* L. zahrnuje v současné době asi 300 druhů, z nichž největší význam mají speciálně vyšlechtěné jednoleté formy *Lupinus albus* a *Lupinus luteus* s nízkým obsahem alkaloidů. Semena lupin, zejména zahraničních bezalkaloidních odrůd, jsou hojně využívána pro vysokou koncentraci bílkovin při výrobě směsí pro krmení monogastričních zvířat, zejména drůbeže (SUCHÝ et al., 2006; DVOŘÁK et al., 2006). Chemickému složení a výživné hodnotě semen lupiny byla výzkumem věnována velká pozornost (STRAKOVÁ et al., 2006; LETTNER A ZOLLTISCH, 1995; RAVINDRAN et al., 2002 a další). Využití lupiny sumarizoval již v roce 1981 DUKE a později také PETTERSON (2000). Také dřívější studie MIL-

FORDA (1994), KORELSKI et al. (1987) nebo CASTANON a PEREZLANZAC (1990) ukázaly, že lupina bílá (*Lupinus albus*) patří k potenciálním krmivům s vysokým obsahem bílkovin. Mnoho dalších prací potvrdilo vysokou nutriční hodnotu semen lupiny, které obsahují z luštěnin vedle sóji největší obsah bílkovin a také tuku (Van BARNEVELD, 1999; GILBERT, ACAMOVIC, 2000; CAMPOS-ANDRADA, SANTANA, FELGUEIRAS et al., 2000; RUIS-LOPEZ, GARCIA-LOPEZ CASTANEDA-VAZQUEZ et al., 2000; STRAKOVÁ et al., 2006) a další. Vedle semen, která se vyznačují vysokým obsahem bílkovin (COSTA a REZIO, 2000), je v současné době věnována zvýšená pozornost také konzervaci a využití celé rostliny. Produkce lupiny pro výrobu objemného krmiva se podle JONES et al. (1999) vyznačuje zpravidla vysokým výnosem sušiny (až 9 t/ha). Lu-

pina jako objemné krmivo má zpravidla nízký obsah sušiny a nedostatečné množství vodorozpustných sacharidů (VRS) a musí být proto před vlastním silážováním zaváděna (JONES et al., 1999). I přes vyšší obsah dusíkatých látek je pufrací kapacita silážované celé rostliny lupiny podobná jako u některých travních odrůd, ale významně nižší než ve srovnání s jinými luskovinami. Problematikou konzervace lupin se zabývala celá řada autorů. O silážích z lupiny a jejich směsek s obilovinami nebo travami referují např. EGOROV et al. (2001), CARRUTHERS et al. (2000), JANNASCH, MARTIN (1999), SERRANO (1989) a další. Jímí připravené siláže se vyznačovaly vysokým obsahem stravitelných dusíkatých látek a velmi dobrou kvalitou fermentace. VOYTEKHOVICH (2000) konstatuje, že lze také úspěšně silážovat lupinu odrůdy *Lupinus angustifolius*; tyto siláže měly lepší výživnou hodnotu než siláže z lupiny bílé. Mnozí autoři doporučují používat při konzervaci lupiny silážní prostředky. Vliv částečného zavadnutí a přidavku bakteriálního inokulantu na fermentační charakteristiky studovali JONES et al. (1999). Zjistili, že inokulací silážované hmoty lupiny dochází k signifikantnímu okyselení, snížení rozkladu bílkovin, tvorby amoniaku a uchování většího podílu VRS, než v kontrolní siláži.

Cílem příspěvku je studium vlivu přidavku chemického prostředku na kvalitu fermentačního procesu a kvalitu siláže celé rostliny lupiny, připravené v modelových podmínkách.

MATERIÁL A METODIKA

V modelovém pokusu byla zasilážována lupina žlutá (*Lupinus luteus*) odrůdy Juno, která byla sklizena ve stadiu voskové zralosti zrna sklízecí řezačkou Kemper. Porost lupiny nebyl během vegetačního období přihnojován (pouze k předplodině). Během vegetace byl porost ošetřen herbicidy Stomp (4 l/ha), Command (0,1 l/ha) a v červnu fungicidy Duet (0,4 l/ha), Carramba (0,74 l/ha) a stimulatorem růstu Silwet v dávce 0,1 l/ha. Výnos zelené hmoty byl 3,68 t/ha. Celé rostliny lupiny byly pokoseny, krátce (1 den) zaváděny a následně při sběru pořezány na délku částic větších než 30–50 mm. Ke konzervaci byla použita lupina po krátkodobém zavadnutí na obsah sušiny 187,2 g/kg. V laboratoři byla pořezaná biomasa lupiny ošetřena testovaným chemickým přípravkem obsahující jako účinnou látku směs organických kyselin (kyselina mravenčí – 53 %, kyselina propionová – 5 %, mravenčan amonný – 22 % a kyselina benzoová – 1 %) a zasilážována do pokusných lahví o objemu 4 l. Každá varianta byla připravena ve třech pokusných nádobách. Pokusné siláže byly porovnány s kontrolní neošetřenou siláží (A). Chemický konzervační prostředek byl aplikován ve dvou dávkách 3 l/t hmoty (B) a 6 l/t hmoty (C) v modelových podmínkách. Aplikace testovaného přípravku k silážované lupině byla provedena rovnoměrně. Pokusné kvasné nádoby byly anaerobně uzavřeny omnia víkem a uskladněny v místnosti při teplotě 20–25 °C. Po třech měsících byly pokusné

nádoby otevřeny, z každé varianty odebrány reprezentativní vzorky (n = 6) na analytické posouzení fermentačního procesu. Současně byly zjištěny ztráty sušiny kvasným procesem.

POUŽITÉ ANALYTICKÉ METODY

Obsah sušiny byl stanoven vysušením při teplotě 103±2 °C do konstantní hmotnosti. Analytické postupy včetně přípravy vodného výluhu byly popsány v naší dřívější práci (DOLEŽAL, 2002). Vzorky byly analyzovány na obsah těkavých mastných kyselin, kyseliny mléčné, amoniaku dle Conwaye (AOAC), hodnoty pH, titrační kyselost. Obsah alkoholu byl stanoven metodou popsanou HARTMANEM (1974). Výsledky byly statisticky zpracovány metodou jednofaktorové analýzy variance podle SNEDECORA a COCHRANA (1969).

VÝSLEDKY A DISKUSE

V 1 kg sušiny původní silážované lupiny bylo obsaženo 208,2 g dusíkatých látek, 221,7 g vlákniny, 290,4 g ADF, 410,9 g NDF a 140,5 g škrobu. Ruminální degradovatelnost dusíkatých látek byla 60,18 %. Obsah vodorozpustných sacharidů (WSC) v 1 kg sušiny byl relativně malý (31,5 g). Obsah sušiny silážované řezanky lupiny byl nízký a po jednodenním zavadnutí byl upraven pouze na hodnotu 18,72 % a pohybuje v rozmezí hodnot uváděných jinými autory JONES et al. (1999).

Vlastní průběh a kvalitu fermentačního procesu ovlivnil především nízký obsah a složení sušiny lupiny a také přidavek chemického prostředku. Je zřejmé, že obsah vodorozpustných sacharidů v celé rostlině lupiny v dané vegetační fázi před sklizní a konzervací byl nízký (<5,80 g/kg hmoty) a ve srovnání s travním porostem byl nedostatečný. Vyšší dávka chemického přípravku vedla ke změnám některých nutričně významných ukazatelů. V chemicky ošetřených silážích došlo ve srovnání s kontrolní siláží k příznivějšímu uchování obsahu NL, což ukazuje na šetrnější konzervaci proteinu v silážích. Chemickou konzervací došlo v silážích ke snížení úrovně bacherové degradovatelnosti proteinu ve srovnání s kontrolní siláží v rozmezí o 2,80 %, resp. 5,81 %. Snížení bacherové degradovatelnosti NL v uvedeném rozmezí je z hlediska bacherové fermentace významné. V pokusných silážích lupiny jsme analyzovali vyšší obsah vlákniny a také frakcí ADF a NDF než v kontrolní siláži. Naproti tomu JONES et al. (1999) zjistili u siláží z inokulovaných nezavádlých a zavádlých rostlin lupiny nesignifikantně nižší obsah ADF a NDF oproti kontrolní siláži. Významnou předností chemicky ošetřených siláží lupiny z hlediska nutriční hodnoty je uchování vyššího obsahu škrobu a vodorozpustných sacharidů (Tab. I). Významná redukce fermentačního procesu u pokusných siláží dokládá také vyšší obsah zbytkového škrobu a WSC (Tab. I). Z výsledků je zřejmé, že v kontrolní neošetřené siláži zůstalo zachováno 68,11 % škrobu z původního množství, zatímco v pokusných silážích 79,72 %, resp. 91,81 %.

V případě vodorozpustných sacharidů zůstal v kontrolní siláži zachován z obsahu původní silážované biomasy 6,67% podíl, v pokusných silážích 28,25%,

resp. 33,33% podíl. Z uvedeného je zřejmé, že v chemicky ošetřených silážích zůstává zachován vyšší podíl zdroje pohotové energie.

I: Chemické složení a výživná hodnota ($n=3$) siláží lupiny (v 1 kg sušiny)

Skupina	Jednotky	A	B	C
Charakteristiky				
Sušina	(g/kg)	188,0±1,67	189,05±3,42	185,5±2,06
NL	%	20,27	20,73	20,65
RDP	%	69,91	67,95	65,85
Tuk	%	2,03	2,15	2,25
Vláknina	%	24,55	25,75	26,64
ADF	%	31,28	32,89	31,65
NDF	%	47,17	50,40	49,37
Popel	%	10,41	10,10	10,65
Škrob	%	9,57	11,20	12,90
ME	MJ/kg	9,44	9,45	9,60
NEL	MJ/kg	5,56	5,60	5,65
PDIN	g/kg	107,98	109,45	108,94
PDIE	g/kg	76,32	76,85	76,77
WSC	%	0,21	0,89	1,05

RDP – bachorová degradovatelnost NL; ADF – acido-detergentní vláknina; NDF – neutrálně-detergentní vláknina; ME – metabolizovatelná energie; NEL – netto energie laktace; PDIN, PDIE – skutečně stravitelný protein v tenkém střevě; WSC – obsah vodorozpustných sacharidů

Ukazatele kvality fermentačního procesu jsou uvedeny v Tab. II. V modelovém pokusu se silážemi z mírně zavadlé lupiny žluté jsme zjistili statisticky vysoce průkazné rozdíly v hodnotách jednotlivých charakteristik fermentace. Obsah sušiny modelových siláží se pohyboval v rozmezí od 188,0±1,67 g/kg u kontrolní siláže, do 189,0±3,42 g/kg u pokusné siláže s nižší dávkou konzervačního prostředku. Rozdíly v obsahu sušiny nebyly statisticky významné. Hodnota pH kontrolní siláže lupiny (4,07±0,03) byla ve srovnání s hodnotami pokusných siláží významně ($P < 0,01$) vyšší, zatímco nejnižší hodnotu pH (3,88±0,01) jsme zjistili u pokusné siláže ošetřené přípravkem 6 l/t. Statistický rozdíl ($P < 0,01$) v hodnotě pH byl zjištěn mezi všemi variantami siláží, včetně pokusných navzájem. Nižší hodnota pH siláže měla přímý vztah k obsahu kyseliny mléčné a celkovému obsahu kvasných kyselin v sušině pouze v případě pokusné siláže B. Z výše uvedených výsledků je zřejmé, že s rostoucí koncentrací použitého prostředku docházelo v silážované hmotě lupiny k významné inhibici fermentace dostupných sacharidů a škrobu, což vedlo k odlišné rychlosti fermentace a tvorby fermentačních kyselin. Také JONES et al. (1999) konstatovali nižší hodnotu pH u inkulovaných siláží ze zavadlé a nezavadlé lupiny ve srovnání s kontrolními silážemi. Významným uka-

zatelem kvality fermentačního procesu je také titrační kyselost vodního výluhu (KVV), která většinou zpravidla koresponduje s koncentrací kvasných kyselin. Z Tab. II dále vyplývá, že obě pokusné siláže se vyznačují statisticky ($P < 0,01$) významně nižší hodnotou titrační kyselosti než kontrolní siláž bez ošetření (1352,70±12,18 mg KOH/100 g siláže). Statisticky významná ($P < 0,01$) rozdílnost v hodnotě KVV byla nalezena také mezi oběma pokusnými silážemi navzájem (1221,10±11,51 mg KOH oproti 1318,30±8,56 mg KOH). S rostoucí koncentrací preparátu se současně zvyšovala také hodnota titrační kyselosti siláží. Z uvedeného zjištění je zřejmé, že mezi hodnotami pH a KVV modelových siláží lupiny existuje určitá souvislost, která ale nebyla jednoznačně prokázána. Korelační vztah mezi hodnotou KVV a sumou kyselin v silážích je nízký ($r^2 = 0,2444$), jak je patrné v Obr. 1.

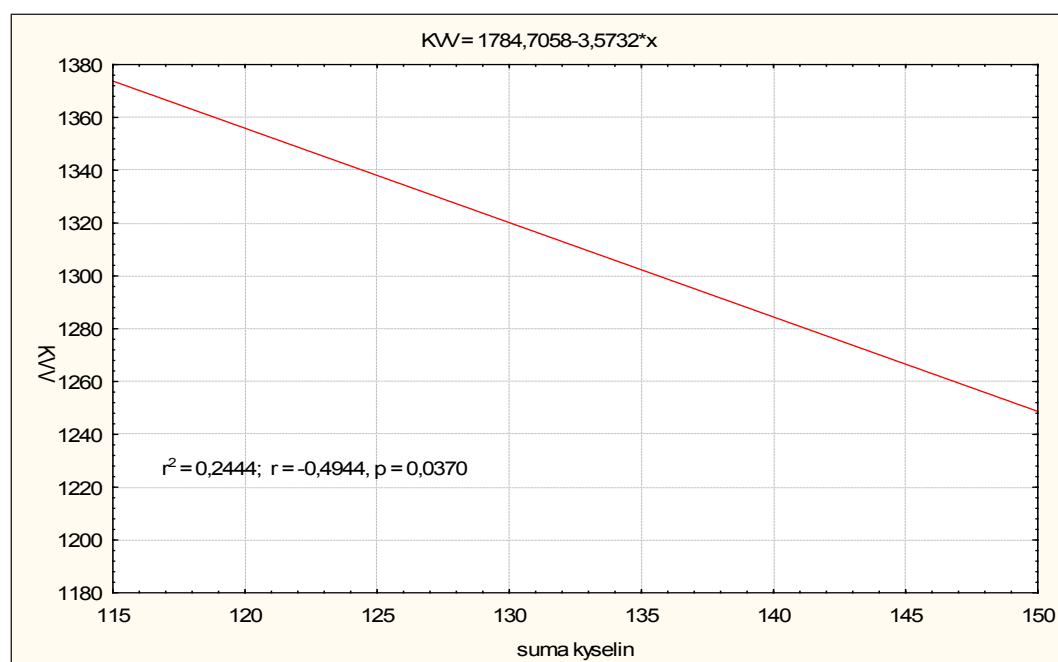
K důležitým změnám při vlastní fermentaci došlo nejen v obsahu jednotlivých kvasných kyselin, jejich vzájemném poměru, ale také v celkovém obsahu. Z Tab. II a Obr. 2 je zřejmé, že přidavek testovaného prostředku v koncentraci 3 l/t vedl ke statisticky významnému ($P < 0,01$) zvýšení obsahu kyseliny mléčné (116,90±2,61 g/kg sušiny) ve srovnání s kontrolní siláží (107,8±3,18 g/kg sušiny). Naproti tomu v pokusné siláži lupiny ošetřené přípravkem v dávce 6 l/t došlo

II: Statistické zhodnocení fermentačních ukazatelů siláže lupiny (odrůdy JUNO)

Charakteristiky		n	A (0 l/t)			B (3 l/t)			C (6 l/t)		
			x	s _x		x	s _x		x	s _x	
Sušina	g/kg	6	188,0	1,67	A	189,0	3,42	A	185,5	2,06	A
pH		6	4,07	0,033	A	4,03	0,010	B	3,88	0,013	C
KVV	mg KOH	6	1352,7	12,18	A	1221,1	11,51	B	1318,3	8,56	C
FT	%	6	0,131	0,0034	A	0,107	0,0016	B	0,096	0,0016	C
KM	g/kg sušiny	6	107,8	3,18	A	116,9	2,61	B	108,5	5,18	A
KO	g/kg sušiny	6	29,4	1,49	A	26,5	2,59	A	19,8	2,17	B
Suma kyselin	g/kg sušiny	6	137,4	4,58	AB	143,4	3,64	A	128,4	7,04	B
KM/KO		6	3,67	0,13	A	4,44	0,45	B	5,51	0,43	C
Etanol	g/kg sušiny	6	4,61	0,45	A	11,95	2,71	B	8,54	0,78	C
NH ₃	mg/kg sušiny	6	696,2	12,22	A	664,1	7,51	B	621,2	7,51	C

Stejné indexy v řádcích označují statisticky průkazné rozdíly na hladině významnosti $P < 0,01$

KVV ... kyselost vodního výluhu (mg KOH/100 g siláže); FT ... formolová titrace; KM ... kyselina mléčná; KO ... kyselina octová

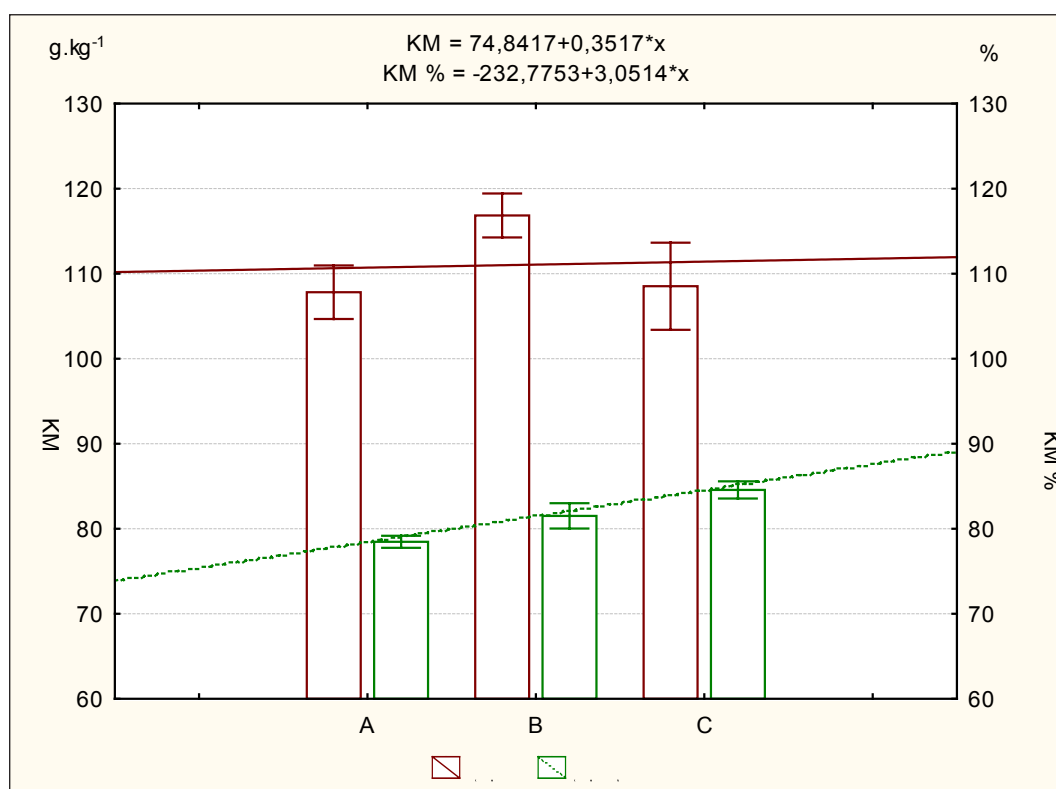


1: Souvislost mezi kyselostí vodního výluhu a celkovým obsahem kvasných kyselin

nejen k celkové redukci fermentace, ale i tvorby kyseliny mléčné ($108,5 \pm 5,18$ g/kg sušiny). Toto snížení mezi pokusnými silážemi bylo statisticky významné ($P < 0,01$). Také HENDERSON (1991) konstatuje, že přidavek kyseliny mravenčí jako konzervační látky omezila aktivitu bakterií mléčného kvašení, na rozdíl od biologických inokulantů. Podobně BRITT et al. (1975) již zjistili v silážích ošetřených organickými kyselinami nižší množství kyseliny mléčné, které rovněž nasvědčuje na určitou inhibici mléčného kvašení. Procentický podíl KM ze sumy kyselin byl nejvyšší u pokusné siláže s přidavkem 6 l/t (84,50 %), nejnižší byl u kontrolní siláže (78,46 %). Vyšší dávka chemické

keho prostředku k silážované lupině nezpůsobila oproti očekávání celkové snížení procentického zastoupení kyseliny mléčné z celkového obsahu kvasných kyselin (Obr. 2). V kontrolní siláži tvořila kyselina mléčná pouze 78,46 % podíl ze všech kvasných kyselin. Zjištění je v souladu s výsledky EGOROV a MYSKOV (2001), kteří také konstatují dobrou kvalitu laboratorních siláží lupiny. Jejich modelové siláže měly navzájem srovnatelnou hodnotu pH (4,1–4,3) a kyselina mléčná tvořila nižší podíl, pouze 56–62 % z obsahu kyselin.

Obsah kyseliny octové (KO) v pokusných modelových silážích lupiny byl nižší než u kontrolní si-



2: Vliv chemického prostředku na tvorbu kyseliny mléčné v siláži lupiny (odrůdy JUNO)

láže ($29,40 \pm 1,49$ g/kg sušiny). Při aplikaci prostředku ve vyšší dávce (6 l) došlo k průkazně vysokému ($P < 0,01$) snížení tvorby kyseliny octové v pokusné siláži ($19,80 \pm 2,17$ g/kg sušiny), což nepřímo vedlo k rozšíření poměru KM:KO (5,51), zatímco pokusná siláž s nižším přidavkem chemického prostředku se tvorbou kyseliny octové statisticky nelišila od kontrolní siláže ($29,4 \pm 1,49$ g/kg sušiny), i když obsahovala nižší hodnotu kyseliny octové ($26,50 \pm 2,59$ g/kg sušiny). Širší poměr KM:KO ($5,51 \pm 0,43$) byl u pokusné siláže způsoben významně ($P < 0,01$) vyšší inhibicí produkce kyseliny octové. Uvedený poměr kyselin byl ve srovnání s ostatními silážemi nejširší a jeho hodnota byla ve srovnání s ostatními silážemi statisticky významná ($P < 0,01$). Je možné konstatovat, že snížení produkce kyseliny octové bylo ve prospěch kyseliny mléčné, na jejíž produkci se ve větší míře zřejmě podílely i heterofermentativní bakterie mléčného kvašení. Podle KALAČE a PIVNIČKOVÉ (1987) patří tyto mikroorganismy vedle kvasinek k významným producentům etanolu v silážích. Tuto hypotézu podporuje rovněž statisticky významně ($P < 0,01$) vyšší náleznost etanolu v této siláži ($11,95 \pm 2,71$ g/kg sušiny, resp. $8,54 \pm 0,78$ g/kg sušiny). Obsah alkoholu v silážích proto patří k významným kvalitativním znakům siláží. Je známo (RANDBY et al., 1999), že krmiva s vysokým počátečním obsahem vodorozpustných sacharidů jsou citlivější na alkoholové kvašení, zvláště, pokud jsou siláže ošetřeny malou dávkou kyseliny mravenčí. Vyšší zbytek reziduálních sacharidů v siláži může být ve větší míře využito kvasinkami k tvorbě alkoholu, neboť kvasinky jsou schopné pře-

žívat i v kyslejších prostředí. Tendence v tvorbě etanolu u siláží lupiny je odlišná od výsledků, které dříve publikovali jiní autoři u sacharidových krmiv. Vznik alkoholu jako minoritního fermentačního produktu v silážích je často obecně spojován s faktorem vyššího obsahu sušiny silážované hmoty a zejména větší délky řezanky. U pokusných siláží s vyšší dávkou přípravku zároveň signalizuje, že vlastní mléčné kvašení bylo omezené (DRIEHUIS et al., 1999). V podmínkách našeho pokusu se ukazuje jako potenciální faktor zejména větší délka řezanky (> 35 mm). DRIEHUIS a Van WIKSELAAR (1996) konstatují, že k alkoholovému kvašení dochází v silážích s nižším stejně jako s vysokým obsahem sušiny. Z našich výsledků je dále patrné, že přidavek chemického přípravku v dávce 6 l/t redukoval celkově kvašení, tedy i alkoholové a obsah etanolu v pokusné lupinové siláži byl ($P < 0,01$) nižší ($8,54 \pm 0,78$ g/kg sušiny) ve srovnání se siláží ošetřenou přípravkem 3 l/t silážního prostředku. Proti očekávání a při srovnání s obsahem etanolu v neošetřené siláži z hlediska obsahu sacharidů je možné z hlediska alkoholového kvašení hodnotit fermentační proces u pokusných siláží jako úspěšný jen do určité hranice. Tento rozdíl v produkci etanolu mezi jednotlivými variantami si lze vysvětlit odlišným stupněm inhibice fermentačního procesu. Je zřejmé, že i když v pokusných silážích vzniklo největší množství kyseliny mléčné a došlo k určité redukci kyseliny octové, na produkci etanolu v těchto silážích se zřejmě větší měrou podílely i heterofermentativní bakterie mléčného kvašení a kvasinky. V tomto modelovém pokusu se silážováním lupiny se nepodařilo zcela podpořit

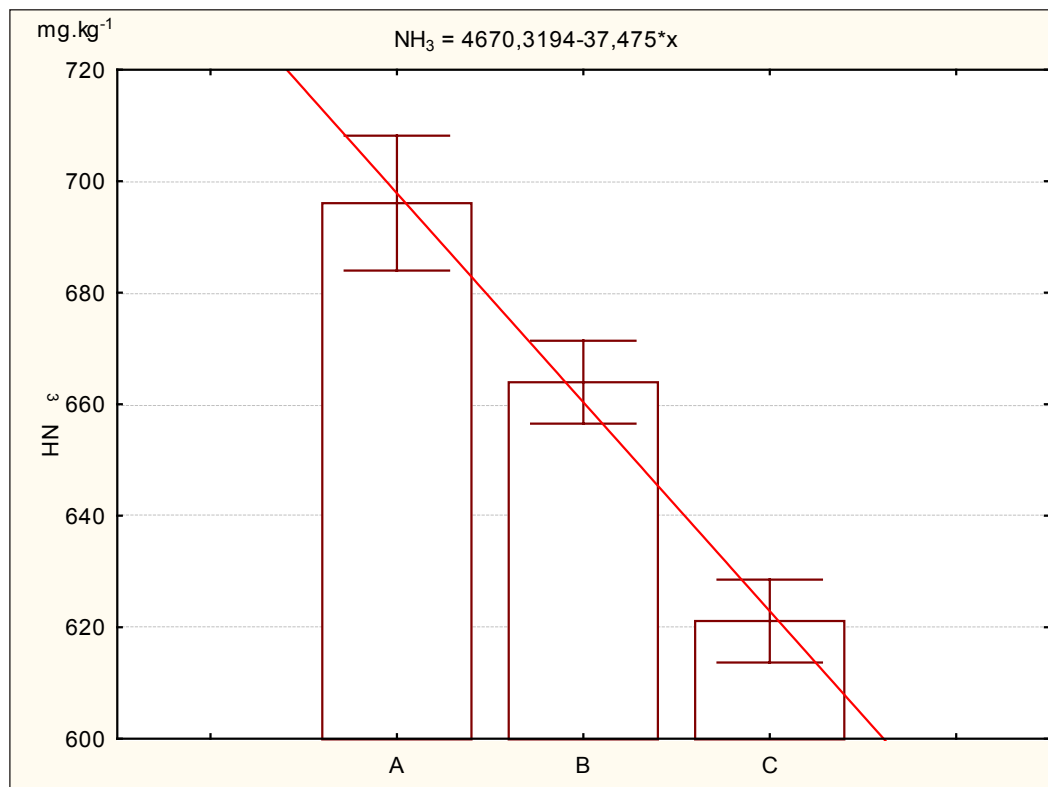
hypotézu KALAČE a PIVNIČKOVÉ (1987), neboť nebyl zcela potvrzen ve všech v ošetřených silážích negativní korelační vztah mezi tvorbou kyseliny mléčné na straně jedné a produkcí etanolu na straně druhé. Prevence proti alkoholovému kvašení spatřují DRIEHUIS a Van WIKSELAAR (1999) v omezení činnosti enterobakterií a především v podpoře fermentačního procesu. Naproti tomu SEIJA et al. (1999), RAMMER et al. (1999) a další zjistili redukci tvorby alkoholu, ale i fermentačních kyselin včetně kyseliny mléčné při aplikaci účinných chemických konzervačních prostředků na bázi organických kyselin. Také JURÁČEK (2002) uvádí, že při použití mikrobiálních či chemických silážních aditiv dochází ke snížení množství alkoholu v silážích.

Z výsledků uvedených v Tab. II je dále patrné, že přidavkem chemického prostředku v dávce 3 l/t došlo v modelových silážích lupiny ke statisticky významnému ($P < 0,01$) zvýšení ($143,40 \pm 3,64$ g/kg sušiny) celkové produkce všech kvasných kyselin ve srovnání s ostatními skupinami siláží. Naproti tomu u pokusné siláže ošetřené prostředkem v dávce 6 l/t došlo ve srovnání s kontrolní neošetřenou siláží ($137,4 \pm 4,58$ g/kg sušiny) ke statisticky významné ($P < 0,01$) redukci celkové fermentace ($128,4 \pm 7,04$ g/kg sušiny), měřeno tvorbou všech kvasných kyselin. Uvedené závěry mají podobnou tendenci jako výsledky jiných autorů, kteří testovali chemické prostředky při konzervaci u jiných pícein (RAMMER et al. (1999; SEIJA et al., 1999 a další).

Předností chemické konzervace krmiv spočívá mimo jiné také v omezení proteolýzy a v redukci

tvorby amoniaku. Rozsáhlá degradace proteinu během silážního procesu je často velkým problémem při výrobě siláží v praxi. Přirozená degradace rostlinných bílkovin na amoniak, aminokyseliny a peptidy je 45 až 87 %. Z výsledků uvedených v Tab. II a Obr. 3 vyplývá, že přidavek chemického silážního prostředku vedl ke statisticky vysoce významnému ($P < 0,01$) snížení tvorby amoniaku v silážích ($664,1 \pm 7,51$ mg NH_3 /kg siláže, resp. $621,2 \pm 7,51$ mg NH_3 /kg siláže) ve srovnání s neošetřenou kontrolní siláží ($696,2 \pm 12,22$ mg NH_3 /kg). Uvedená zjištění jsou v souladu s výsledky, které zjistili JONES et al. (1999) při fermentaci lupiny s použitím bakteriálního inokulantu. Podobně pozitivní vliv silážních aditiv na snížení tvorby amoniaku v silážích z různých krmiv rovněž zaznamenala řada dalších autorů (WYSS a VOGEL, 1995; DRIEHUIS et al., 1996; HEIKKILÄ et al., 1999 a jiní).

S odlišným průběhem fermentace souvisí i rozsah ztrát sušiny (Tab. III). Vypočtené hodnoty ztrát sušiny fermentačním procesem odpovídají rozsahu a průběhu kvasného procesu. Z hodnot je zřejmé, že ztráty sušiny závisely na obsahu sušiny a přidavku chemického prostředku. Přidavek chemického prostředku vedl ke snížení ztráty hmoty na (3,25 %, resp. 2,60 %) ve srovnání s neošetřenou kontrolou (14,43 %), resp. snížení ztráty sušiny na 3,19 %, resp. 1,00 % při aplikaci 6 l prostředku na 1 tunu. V neošetřené kontrolní siláži byly zjištěny nejvyšší ztráty sušiny v úrovni 12,32 %. Uvedené rozdíly ve ztrátách sušiny souvisí s odlišným průběhem a rozsahem fermentačního procesu siláží.



3: Vliv přidavku chemického prostředku na tvorbu čpavku v silážích lupiny (odrůdy JUNO)

III: Vliv přidavku chemického konzervačního prostředku na ztráty fermentačním procesem

Varianta	Obsah sušiny (%)	Ztráta hmoty (%)	Ztráta sušiny (%)
A (0 l/t)	18,80	14,43	12,32
B (3 l/t)	18,90	3,25	3,19
C (6 l/t)	18,55	2,60	1,00

SOUHRN

Cílem práce bylo posoudit vliv přidavku chemického prostředku na bázi organických kyselin na kvalitu fermentačního procesu modelových siláží lupiny žluté, sklizené ve stadiu voskové zralosti a porovnání s neošetřenou kontrolní siláží. Konzervační silážní prostředek byl aplikován v diferencované dávce 3 a 6 l/t hmoty. Přídavek chemického prostředku vedl v modelovém pokusu ke statisticky významnému ($P < 0,01$) snížení hodnoty pH, množství kyseliny octové, titrační kyselosti, amoniaku a sumy všech kvasných kyselin, za současného rozšíření poměru mezi KM a KO. V pokusných modelových silážích nebyla zjištěna redukce tvorby etanolu, ve srovnání s kontrolní siláží. Hodnota pH u pokusných siláží byla významně nižší ($P < 0,01$) než u kontrolní siláže. V pokusných silážích lupiny byl zjištěn při dávce konzervantu 3 l/t příznivý efekt na produkci kyseliny mléčné a celkového obsahu kvasných kyselin. V těchto silážích byl významně vyšší ($P < 0,01$) nejen celkový obsah kvasných kyselin, ale také kyseliny mléčné.

lupina, siláže, fermentační proces, kvalita siláže, konzervační prostředek

SUMMARY

The objective of the work was to assess the effect of the chemical additive based on organic acids on the quality of the fermentation process in model silages prepared of yellow lupin harvested at the stage of wax ripeness and to make a comparison with untreated control silage. The silage preservative was applied at a differentiated dose of 3 and 6 litres per ton of biomass. In the model experiment, the addition of the chemical agent led to a statistically significant ($P < 0.01$) decrease of pH value, amount of acetic acid, titrable acidity, ammonia and the sum of all fermentation acids at a simultaneous extension of the KM:KO ratio. As compared with the control silage, no reduction in the production of ethanol was observed in the experimental model silages. The pH value of experimental silages was significantly lower ($P < 0.01$) than in the control silage. In the experimental lupin silages, a favourable effect was observed with the preservative dose of 3 litres per ton on the production of lactic acid and on the total content of fermentation acids. Significantly higher in these silages ($P < 0.01$) was not only the total content of fermentation acids but also the content of lactic acid.

PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek byl zpracován s podporou Výzkumného záměru č. MSM 6215648905 „Biologické a technologické aspekty udržitelnosti řízených ekosystémů a jejich adaptace na změnu klimatu“ uděleného MŠMT ČR

LITERATURA

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists): Official Methods of Analysis. 13th ed., AOAC, 1980, Washington, DC, 1018.
- BRITT, D. G., HUBER, J. T., ROGERS, A. L., 1975: Fungal growth and Acid Production during Fermentation and Refermentation of Organic Acid treated Corn Silages. *Journal of Dairy Science*, Vol. 58 (4), 532–539.
- CAMPOS-ANDRADA, M. P., SANTANA, F. M. C., FELGUEIRAS, I., MIMOSO, M. J., EMPIS, J. M. A., 2000: Nutritional value of *Lupinus angustifolius* and *L. cosentinii* accessions with diverse genetic origin. In *Proceedings of the 9th International Lupin Conference*, Germany, 20–24 June, 414–418.
- CARRUTHERS, K., PRITHIVIRAJ, B., FE, Q., CLOUTIER, D., MARTIN, R. C., SMITH, D. L., 2000: Intercropping of corn with soybean, lupin and forages: silage yield and quality. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 185, 3, 177–185.
- CASTANON, J. I. R., PEREZLANZAC, J., 1990: Substitution of Fixed Amounts of Soyabean Meal for Field Beans (*Vicia faba*), Sweet Lupinus (*Lupinus albus*), Cull Peas (*Pisum sativum*) and Vetches (*Vicia sativa*) in DFiets for High-Performance Laying Leghorn Hens. *Brit. Poult. Sci.*, 31, 173–180.
- COSTA, M. L. B., REZIO, M. M., 2000: Thermal characterization of lupin proteins a DSC study. In *Proceedings of the 9th International Lupin Conference*, Germany, 20–24 June, 467–469.
- DOLEŽAL, P., 2002: Vliv přidavku *Lactobacillus plantarum* DSM 12771 na kvalitu siláží silně zaváděle vojtěšky a trávy (Effect of supplements of *Lactobacillus plantarum* DSM 12771 on the qua-

- lity of ensiled alfalfa and grass with a high content of dry matter). *Acta univ. agric. et silvic Mend. Bruno*, 5, s. 37–44.
- DRIEHUIS, F., VAN WIKSELAAR, P. G., 1999: The prevention of alcoholic fermentation in high dry matter grass silage. In Conference Proceedings, The XIIth International Silage Conference, Uppsala Sweden, July 5–7, 133–134.
- DVOŘÁK, R., STRAKOVÁ, E., KUNOVÁ, J., KUNOVÁ, V., 2007: Egg Yolk Colour Depends upon the Composition of the Feeding Mixture for Laying Hens. *Acta vet. Brno*, 76:121–127.
- EGOROV, I. F., MYSKOV, N. P., 2001: Silage from narrow-leaved lupin and its mixtures. *Kormoproizvodstvo*, 5, 27–28.
- GILBERT, C., ACAMOVIC, T., 2000: The nutritional value of two British grown cultivars of *Lupinus albus* for broiler chicken. In Proceedings of the 9th International Lupin Conference, Germany, 20–24 June, 400–402.
- HARTMAN, M., 1974: Stanovení neutrálních těkavých látek v silážích a senážích plynovou chromatografií. *Živočišná výroba*, č. 4, s. 209–216.
- HENDERSON, A. R., 1991: Biochemistry in Forage conservation. In: Forage conservation Towards 2000. *Landbauforschung Völkenrode Sonderheft*, 123, s. 37–47.
- JANNASCH, R. W., MARTIN, R. C., 1999: The potential for capturing the forage yield of white lupin by intercropping with cereals. *Biological Agriculture and Horticulture*, 17, 2, 113–130.
- JONES, R., FYCHAN, R., EVANS, S., ROBERTS, J., 1999: Effects of wilting and application of a bacterial inoculant on the fermentation characteristics of lupin silage. In Conference Proceedings, The XIIth International Silage Conference, Uppsala Sweden, July 5–7, 98–99.
- JURÁČEK, M., 2002: Kvalita biologicky ošetřených kombinovaných kukurično-čirokových siláží. Dni výživy zvířat, Nitra, 19–20. september, s. 126–129.
- KALAČ, P., PIVNIČKOVÁ, L., 1987: Posouzení výskytu nižších alkoholů v silážích a senážích. *živočišná výroba*, 32, (LX), 7, s. 641–645.
- KORELESKI, J., RYS, R., KUBICZ, M., 1987: Seeds of New Domestic Varieties of Lupin, Pea, and Soybean in Diets for Table Chickens and Rats. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 25, s. 221–244.
- LETTNER, F., ZOLLITSCH, W., 1995: Lupins in Broiler Feeds. *Forderungdienst*, 43, s. 285–288.
- MILFORD, G. F. J., 1994: The use of a land suitability model to predict where autumn-sown, determinate genotypes of the white lupin (*Lupinus albus*) might be grown in England and Wales. *Journal of Agricultural Science*, 123, No 2, 199–205.
- PETTERSON, D. S., 2000: The use of lupins in feeding systems—review. *Asian Australasian Journal of Animal Science*, 13, 6, 861–882.
- RAVINDRAN, V., TABE, L. M., MOLVIG, L., HIGGINS, T. J. V., BRYDEN, W. L., 2002: Nutritional Evaluation of Transgenic High-Methionine Lupins (*Lupinus angustifolius* L.) for Broiler Chickens. *Journal Sci. Food Agric.*, 82, 280–285.
- RUIZ-LOPEZ, M. A., GARCIA-LOPEZ, P. M., CASANEDA-VAZQUEZ, H. et al., 2000: Chemical composition and antinutrient content of three *Lupinus* species from Jalisco, Mexico. *Journal of Food Composition and Analysis*, 13, 3, 193–199.
- SEIJA, J., TOIVONEN, V., HUHTANEN, P., 1999: Effects of nitrogen fertilisation of grass on fermentation in untreated and formic acid treated silage. In Conference Proceedings, The XIIth International Silage Conference, Uppsala Sweden, July 5–7, 164–165.
- SERRANO, J. E., 1989: Chemical and nutritive values of three ensiled residues (broad beans, peas and soyabean), in comparison with yellow lupin silage. In Proceedings of the XVI International Grassland Congress, Nice, 983–984.
- SNEDECOR, G. W., COCHRAN, W. G., 1967: Statistical Methods, 6th ed., Iowa. Iowa State University Press, 579 pp.
- STRAKOVÁ, E., SUCHÝ, P., VEČEREK, V., ŠERMAN, V., MAS, N., JŮZL, M., 2006: Nutritional Composition of Seeds of the Genus *Lupinus*. *Acta Vet. Brno*, 75: 489–493.
- STRAKOVÁ, E., ŠERMAN, V., SUCHÝ, P., VEČEREK, V., MAS, N., 2006: The Plant based Diet Containing treated Lupin Seed in the Nutrition of Hens and the Comparison of its Production Efficiency with the Diet based on Animal Protein. *Krmiva*, 48, 2, s. 81–86.
- SUCHÝ, P., STRAKOVÁ, E., VEČEREK, V., ŠERMAN, V., MAS, N., 2006: Testing of Two Varieties of Lupin Seeds as Substitutes for Soya Extracted Meal in Vegetable Diets Designed for Young Broilers. *Acta Vet. Brno*, 75: 495–500.
- Van BARNEVELD, R. J., 1999: Understanding the Nutritional Chemistry of Lupin (*Lupinus spp.*) Seed to Improve Livestock Production Efficiency. *Nutr. Res. Rev.*, 12, 203–230.
- VOYTEKHOVICH, I., 2000: Ensilage of narrow-leaved lupin. *Vestsi Akademii Agrarnykh Nauk Respubliki Belarus*, 3, 46–49.
- WIATRAC, P. J., WRIGHT, D. L., REEVES, D. W., PUDELKO, J. A., KIDD, B., 1996: Influence of summer grass and legume crops on winter grown wheat and lupin. *Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings*, 55, 89–91.

Adresa

Ing. Jiří Skládanka, Ph.D., prof. MVDr. Ing. Petr Doležal, CSc., Ústav výživy zvířat a pícninářství, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika