

## VPLIV DOLGOTRAJNEGA SKLADIŠČENJA TRAVNE SILAŽE NA NJENO HRANILNO VREDNOST IN KAKOVOST

Drago BABNIK <sup>a)</sup> in Jože VERBIČ <sup>b)</sup>

<sup>a)</sup> Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, SI-1000 Ljubljana, Slovenija, znanstveni svetnik, dr., mag.,  
e-pošta: drago.babnik@kis.si.

<sup>b)</sup> Isti naslov kot <sup>a)</sup>, višji znanstveni sodelavec, doc., dr., mag.,

Delo je prispelo 15. septembra 2003, sprejeto 05. decembra 2003.

Received September 15, 2003, accepted December 05, 2003.

### IZVLEČEK

Mnogocvetno ljujtko smo pokosili 10. maja 1988 in silirali v poskusne silose (100 l) kot neovelo (S/0) in po 6 (S/6), 10 (S/10), 30 (S/30) in 34 (S/34) urah venenja. Vsebnost sušine (SS) se je povečala od 190 g kg<sup>-1</sup> pri košnji, na 230, 267, 376 in 434 g kg<sup>-1</sup> po 6, 10, 30 in 36 urah venenja. Iz neovele krme smo pripravili tudi silažo, tretirano z mravljinčno kislino (S/0 MK, 4 g 85 % mravljinčne kisline na kg). Silose smo odprli po 12 letih. Silaže S/0, S/0 MK, S/6, S/10, S/30 in S/34 so vsebovale 106, 171, 215, 241, 346 in 412 g SS kg<sup>-1</sup>. Vsebovale so 1,8, 104,2, 97,3, 77,4, 83,5 in 48,0 g mlečne kisline, 55,5, 34,6, 26,7, 24,0, 19,8 in 15,2 g očetne kisline ter 53,96, 4,81, 4,05, 11,37, 0,01 in 0,00 g maslene kisline na kg SS. Deleži amoniakovega N pri S/0, S/0 MK, S/6, S/10, S/30 in S/34 so bili 552, 195, 211, 212, 108 in 69 g kg<sup>-1</sup> skupnega N. Tako venenje kot tretiranje z mravljinčno kislino je izboljšalo obstojnost silaže. Delež amoniakovega N in vsebnost očetne kisline sta bila negativno povezana z vsebnostjo SS ( $r = -0,85$  in  $-0,89$ ;  $p < 0,05$ ). Vsebnost NEL je bila pri S/0 precej manjša (3,62 MJ kg<sup>-1</sup> SS) kot pri silažah iz ovele krme (od 5,01 do 5,39 MJ kg<sup>-1</sup> SS) in pri silaži z dodatkom mravljinčne kisline (5,22 MJ kg<sup>-1</sup> SS). Vsebnost NEL je bila negativno povezana z deležem amoniakovega N ( $r = -0,98$ ;  $p < 0,001$ ), vsebnostjo očetne ( $r = -0,91$ ;  $p < 0,05$ ), propionske ( $r = -0,98$ ;  $p < 0,001$ ) in maslene kisline ( $r = -0,99$ ;  $p < 0,001$ ). Rezultati raziskave kažejo, da je mogoče dobro fermentirane ovele silaže hraniti v zrakotesnih silosih tudi več kot deset let brez tveganja, da bi se silaže pokvarile. Pri silaži iz neovele krme se je mlečna kislina razgradila, silaža pa pokvarila. Obstojnost neovelih silaž za daljše obdobje je mogoče izboljšati z dodajanjem mravljinčne kisline.

Ključne besede: prehrana živali / krma / travna silaža / skladiščenje / venenje / fermentacija / hranilna vrednost / kakovost

### THE EFFECT OF LONG -TERM GRASS SILAGE STORAGE ON ITS NUTRITIVE VALUE AND QUALITY

#### ABSTRACT

Italian ryegrass was cut on 10<sup>th</sup> May 1988 and ensiled in experimental silo (100 l) either directly (S/0) or after wilting for 6 (S/6), 10 (S/10), 30 (S/30) or 34 (S/34) hours. Dry matter (DM) concentration increased from 190 g kg<sup>-1</sup> at cutting time to 230, 267, 376 and 434 g kg<sup>-1</sup> after 6, 10, 30 and 36 hours of wilting. Formic acid treated silage (4 g of 85 % formic acid per kg) was also prepared from unwilted grass (S/0 MK). The silos were opened after 12 years. The silages

S/0, S/0 MK, S/6, S/10, S/30 and S/34 contained 106, 171, 215, 241, 346 and 412 g DM kg<sup>-1</sup>, respectively. They contained 1.8, 104.2, 97.3, 77.4, 83.5 and 48.0 g lactic acid, 55.5, 34.6, 26.7, 24.0, 19.8 and 15.2 g acetic acid and 53.96, 4.81, 4.05, 11.37, 0.01 and 0.00 g butyric acid per kg DM, respectively. The proportions of ammonia N in S/0, S/0 MK, S/6, S/10, S/30 and S/34 were 552, 195, 211, 212, 108 and 69 g kg<sup>-1</sup> total N, respectively. Both wilting and formic acid treatment improved stability of silage. The proportion of ammonia N and the concentration of acetic acid were negatively related to DM concentration ( $r = -0.84$  and  $-0.89$ ,  $P < 0.05$ ). Both wilting and formic acid treatment improved the stability of silage. The concentration of NEL was markedly lower in S/0 (3.62 MJ kg<sup>-1</sup> DM) than in wilted (from 5.01 to 5.39 MJ kg<sup>-1</sup> DM) and formic acid treated (5.22 MJ kg<sup>-1</sup> DM) silages. Concentration of NEL was negatively related to the proportion of ammonia N ( $r = -0.98$ ,  $P < 0.001$ ), the concentration of acetic ( $r = -0.91$ ,  $P < 0.05$ ), propionic ( $r = -0.98$ ,  $P < 0.001$ ) and butyric acid ( $r = -0.99$ ,  $P < 0.001$ ). The results of the current study suggest that well fermented wilted grass silages can be stored in air tight silos for a period of more than ten years without taking a risk of being spoiled. In direct cut silage, lactic acid was degraded and silage got spoiled. Long term stability of unwilted silage can be improved by the formic acid treatment.

Key words: animal nutrition / feed / grass silage / storage / wilting / fermentation / nutritive value / quality

## UVOD

Primerna količina kakovostne voluminozne krme je ključnega pomena za uspešno in gospodarno rejo goved. V Sloveniji moramo približno polovico potrebne voluminozne krme konzervirati. Zaradi različnih dejavnikov pridelki in kakovost krme med leti nihajo. V dolgoletnih poskusih (1976–2002) s šestimi slovenskimi sortami trav in detelj se je izkazalo, da pridelki v posameznih letih odstopajo od povprečja navzdol ali navzgor za več kot 50 % (Verbič Janko, neobjavljeni rezultati). Pridelki krme so v posameznih letih prizadeti predvsem zaradi suše, pa tudi zaradi naravnih ujm (toča, poplave), škodljivcev in bolezni (ogrci majskega hrošča, koruzna bulava snet) ter divjadi. Na območjih s povečanim tveganjem za izpad pridelka bi bilo smiselno krmo konzervirati na zalogo, vsaj za dve leti. V tem primeru bi na živinorejskih kmetijah zaloge krme prevzele vlogo zavarovanja pridelka proti naravnim ujmam. V Sloveniji vse večji delež krme s travinja siliramo. Spremembe, ki nastajajo tekom daljšega skladiščenja travne silaže so razmeroma malo poznane. Raziskav o tem, koliko časa lahko skladiščimo travno silažo je zelo malo. Edine podatke, ki smo jih zasledili v literaturi, so objavili Viest in sod. (1995), ki so za 12 do 13 let nepredušno zaprli štiri vzorce stabilnih silaž in jih nato analizirali. Ugotovili so, da je bila silaža glede kislinske sestave in organoleptične ocene primerna za krmljenje. Ti podatki torej nakazujejo, da je mogoče kakovostne silaže skladiščiti tudi za daljše obdobje. Na drugi strani pa so slabe silaže razmeroma slabo obstojne. Če je krma za siliranje vlažna, vsebnost sladkorjev v krmi majhna, puferska kapaciteta pa velika, mlečnokislinske bakterije ne uspejo dovolj hitro zakisati krme. Po dveh do treh tednih se v silaži razmnožijo klostridiji in silaža se pokvari (McDonald in sod., 1991). Novejše raziskave kažejo, da lahko pride do določenih sprememb v kislinski sestavi silaže tudi pri kakovostnih silažah z nizko pH vrednostjo. Heterofermentativne mlečnokislinske bakterije vrste *Lactobacillus buchneri* so sposobne v anaerobnih razmerah in nizki pH vrednosti fermentirati mlečno kislino v očetno kislino in 1,2 propandiol (Driehuis in sod., 1999; Oude Elferink in sod., 2001). Te ugotovitve nakazujejo, da sprememb tudi v anaerobnih razmerah in pri nizki pH vrednosti ne moremo v celoti ustaviti.

S poskusom, ki ga opisujemo v tem članku, smo želeli ugotoviti, kako venenje krme za siliranje in zakisanje krme z mravljinčno kislino vplivata na kakovost silaže po večletnem skladiščenju v anaerobnih razmerah.

## MATERIAL IN METODE DELA

Mnogocvetno ljuljko (*Lolium multiflorum* var. tetraflorum) smo pokosili 10. maja 1988 ob 8. uri. Ljuljka je bila v začetku latenja. Iz sveže neovele trave smo pripravili dve silaži in sicer silažo brez dodatka (S/0) ter silažo z dodatkom 4 g 85 % mravljične kisline na kilogram zelinja (S/0 MK). Po šestih in desetih urah venenja na travniku smo pripravili še delno oveli silaži (S/6 in S/10). Med venenjem smo krmo obračali vsaki dve uri, zaradi spremenljivega vremena in občasne oblačnosti pa je venenje potekalo počasi. Naslednji dan smo nadaljevali z venenjem ob nekoliko ugodnejšem vremenu. Ob 14 h, to je 30 ur po košnji, smo pripravili novo silažo (S/30), zadnji poskusni silos pa smo napolnili ob 18 h, to je 34 ur po košnji (S/34). Zelinje smo v poskusnih silosih velikosti 100 l temeljito potlačili in zaprli. Po dvanajstih letih skladiščenja v zaprtem neogrevanem prostoru (27. julij 2000) smo silose odprli, ocenili videz silaže ter odvzeli vzorce za analizo.

Vzorce silaže smo posušili pri 60 °C in zmleli z mlinom kladivarjem skozi 1 mm mrežo. Vsebnost higroskopske vlage, surovih beljakovin, surove vlaknine, surovih maščob in pepela smo določili po metodah, ki jih opisujeta Naumann in Bassler (1976). Vsebnost amoniaka smo določili v svežih vzorcih z destilacijsko metodo (Naumann in Bassler, 1976), vsebnost mlečne, očetne, propionske, maslene, izo-maslene, valerianske in izo-valerianske kisline pa s plinsko kromatografijo (Holdeman in Moore, 1975).

Vsebnost neto energije za laktacijo (NEL) smo ocenili na podlagi količine plina, ki se razvije med inkubacijo vzorcev z vampnim sokom, kot so opisali Menke in sod. (1979). Uporabili smo vampni sok dveh ovnov, ki sta bila krmljena s standardnim obrokom mrve (70 %) in dopolnilne krmne mešanice (30 %) sestavljene iz 68 % zdrobljenega koruznega zrnja, 29 % sojinih tropin in 3 % vitaminsko mineralne mešanice. Suhe vzorce silaže (150 mg) smo zatehtali v graduirane 100 mililitrske steklene brizgalke v treh ponovitvah, dodali 30 ml mešanice vampnega soka in pufra in jih inkubirali v vodni kopeli pri 39 °C. Po 24 urah smo odčitali količino nastalega plina in jo korigirali glede na količino nastalega plina pri slepem vzorcu (inkubacija vampnega soka brez vzorca). Odstopanja v aktivnosti vampnega soka smo izločili na podlagi izvirnega standardnega vzorca sena (HFT-99; 44,43 ml plina/200 mg SS), ki so nam ga poslali iz Univerze v Hohenheimu. Vsebnost NEL v silaži smo izračunali po enačbi 1 (Aiple in sod., 1995), ki se je izkazala za naše razmere najprimernejša (Babnik in Verbič, 2000). Enačba vključuje korigirano količino plina izmerjeno po 24 urah inkubacije ( $KKP_{24}$  v ml/200 mg SS), vsebnosti surovih beljakovin (SB), surovih maščob (SM) in surove vlaknine (SVI, vse v g  $kg^{-1}$  SS).

$$NEL \text{ (MJ kg}^{-1} \text{ SS)} = 1,99 + 0,0989 KKP_{24} + 0,000352 SM^2 - 0,00365 SVI \quad [\text{en 1}]$$

Za računanje korelacijskih koeficientov smo uporabili računalniški program Statgraphics (1996).

## REZULTATI IN RAZPRAVA

### Kemična sestava in energijska vrednost silaž

Kemična sestava in energijska vrednost analiziranih silaž sta podani v preglednici 1. Pri vseh silažah, razen pri neovele silaži brez dodatka (S/0) so bile vsebnosti surovih beljakovin (od 157 do 164 g  $kg^{-1}$  SS) in surove vlaknine (od 268 do 292 g  $kg^{-1}$  SS) precej podobne. Pri silaži S/0 je bila vsebnost surovih beljakovin manjša, vsebnost surove vlaknine pa večja, kot pri ostalih silažah. Manjša vsebnost surovih beljakovin je najbrž posledica izgub relativno velike hlapne frakcije (amoniaka) med sušenjem v sušilniku. Vsebnost surovih beljakovin v silaži S/0 se torej ni zmanjšala zaradi kvantitativnih izgub N med siliranjem, temveč zaradi kvalitativnih

sprememb surovih beljakovin in posledičnih izgub hlapnih dušikovih spojin med sušenjem vzorcev. Vsebnost surove vlaknine v krmi je bila odvisna od razmer za fermentacijo krme. To potrjujejo korelacijski koeficienti med vsebnostjo surove vlaknine ter deležem amoniakovega N ( $r = 0,97$ ;  $p < 0,01$ ), vsebnostjo očetne ( $r = 0,93$ ;  $p < 0,01$ ), propionske ( $r = 0,98$ ;  $p < 0,001$ ) in maslene kisline ( $r = 0,99$ ;  $p < 0,001$ ). O razmeroma velikem povečanju vlaknine med siliranjem neovele krme poročajo tudi Rogers in sod. (1979).

Preglednica 1. Kemična sestava in vsebnost neto energije za laktacijo (NEL) v silirani mnogocvetni ljuljki po dvanajstih letih skladiščenja  
Table 1. Chemical composition and concentration of net energy for lactation (NEL) in Italian ryegrass silage after twelve years of storage

	Postopek konzerviranja / Conservation method					
	S/0	S/0 MK	S/6	S/10	S/30	S/34
Sušina, g kg <sup>-1</sup> Dry matter, g kg <sup>-1</sup>	106	171	215	241	346	412
Surove beljakovine, g kg <sup>-1</sup> SS Crude protein, g kg <sup>-1</sup> DM	146	164	161	164	160	157
Surova vlaknina, g kg <sup>-1</sup> SS Crude fibre, g kg <sup>-1</sup> DM	355	286	276	292	268	274
Surove maščobe, g kg <sup>-1</sup> SS Crude fat, g kg <sup>-1</sup> DM	47	39	40	41	42	41
Pepel, g kg <sup>-1</sup> SS Ash, g kg <sup>-1</sup> DM	136	115	112	110	108	107
Plin po 24 urah, ml g <sup>-1</sup> SS Gas after 24 h, ml g <sup>-1</sup> DM	119	189	183	177	190	189
NEL, MJ kg <sup>-1</sup> SS NEL, MJ kg <sup>-1</sup> DM	3,62	5,22	5,15	5,01	5,39	5,31

S/0 = silaža pripravljena iz neovele trave / silage made from unwilted grass; S/0 MK = silaža pripravljena iz neovele trave z dodatkom 4 g 85 % mravljinčne kisline na kg / silage made from unwilted grass treated with 4 g of 85 % formic acid per kg; S/6 = silaža pripravljena iz delno ovele trave 6 ur po košnji / silage made from partly wilted grass 6 hours after cutting; S/10 = silaža pripravljena iz delno ovele trave 10 ur po košnji / silage made from partly wilted grass 10 hours after cutting; S/30 = silaža pripravljena iz ovele trave 30 ur po košnji / silage made from wilted grass 30 hours after cutting; S/34 = silaža pripravljena iz ovele trave 34 ur po košnji / silage made from wilted grass 34 hours after cutting; SS = sušina / DM = dry matter

Podobno kot vsebnost surove vlaknine, je bila tudi vsebnost NEL v silazah povezana s produkti vrenja krme. Vsebnost NEL je bila negativno povezana z deležem amoniakovega N ( $r = -0,98$ ;  $p < 0,001$ ), vsebnostjo očetne ( $r = -0,91$ ;  $p < 0,05$ ), propionske ( $r = -0,98$ ;  $p < 0,001$ ) in maslene kisline ( $r = -0,99$ ;  $p < 0,001$ ) (pregl. 2). Povezava med NEL in vsebnostjo mlečne kisline je bila pozitivna ( $r = 0,82$ ;  $p < 0,05$ ). Z izjemo neovele silaže, ki je vsebovala 3,62 MJ NEL kg<sup>-1</sup> SS, se silaže v vsebnosti NEL niso zelo razlikovale (5,01 do 5,39 MJ NEL kg<sup>-1</sup> SS, pregl. 1). Predvsem obe oveli silaži (S/30 in S/34) sta glede ocenjene vsebnosti NEL primerljivi s pregledničnimi vrednostmi za silaže s podobno kemično sestavo (DLG, 1997).

### Kislost, kislinska sestava in vsebnost amoniaka v silazah

Vsebnosti sušine, kislin in amoniaka v silazah so prikazane v preglednici 3. Glede na izgled in rezultate analiz ugotavljamo, da se je silaža iz neovele krme (S/0) med dvanajstletnim skladiščenjem popolnoma pokvarila. Med siliranjem se je močno zmanjšala vsebnost sušine v

silaži (od 190 na 106 g kg<sup>-1</sup>), kar nakazuje velike izgube med siliranjem. Med večletnim skladiščenjem se razgradil tudi večji del mlečne kisline. Običajne silaže iz neovele trave vsebujejo od 80 do 120 g mlečne kisline na kg SS (McDonald in sod., 1991), v silaži S/0 pa jo je bilo le 1,8 g kg<sup>-1</sup>. V silaži sta prevladovali očetna in maslena kislina, ki ju dobre silaže naj ne bi vsebovale več kot 40 oz. 5 g na kg SS (Dulphy in Demarquilly, 1981). Silaža S/0 je dopustno vsebnost očetne kisline preseгла za več kot eno tretjino, dopustno vsebnost maslene kisline pa za več kot desetkrat. Na velike kakovostne spremembe med skladiščenjem silaže iz neovele krme opozarja tudi velika vsebnost amoniaka (552 g NH<sub>3</sub>-N kg<sup>-1</sup> skup. N), ki ga vsebujejo dobre silaže manj kot 100 g kg<sup>-1</sup>. Silaža S/0 je vsebovala tudi neobičajno veliko izo-maslene in izo-valerianske kisline (1,18 in 1,23 g kg<sup>-1</sup> SS, podatki niso podani), ki sta produkta razgradnje valina in levcina (Ohshima in McDonald, 1978). Glede na to, da nastanek maslene kisline in amoniaka v silaži povzročajo predvsem klostridiji (McDonald in sod., 1973; Ohshima in McDonald, 1978) lahko trdimo, da so v silaži iz neovele ljujke prevladali prav slednji.

Preglednica 2. Korelacijski koeficienti med različnimi lastnostmi silaž, ki smo jih skladiščili 12 let

Table 2. Correlation coefficients between different characteristics of silages which were stored for 12 years

	Sušina Dry matter	Surova vlaknina Crude fibre	NEL	pH	NH <sub>3</sub> -N	Mlečna kislina Lactic acid	Očetna kislina Acetic acid	Propionska kislina Propionic acid
Surova vlaknina Crude fibre	-0,73 <sup>ns</sup>	/						
NEL	-0,70 <sup>ns</sup>	-0,99 <sup>***</sup>	/					
pH	-0,03 <sup>ns</sup>	0,70 <sup>ns</sup>	-0,73 <sup>ns</sup>	/				
NH <sub>3</sub> - N	-0,84 <sup>*</sup>	0,97 <sup>**</sup>	-0,98 <sup>***</sup>	0,57 <sup>ns</sup>	/			
Mlečna kislina Lactic acid	0,18 <sup>ns</sup>	-0,79 <sup>#</sup>	0,82 <sup>*</sup>	-0,99 <sup>***</sup>	-0,67 <sup>ns</sup>	/		
Očetna kislina Acetic acid	-0,89 <sup>*</sup>	0,93 <sup>**</sup>	-0,91 <sup>*</sup>	0,43 <sup>ns</sup>	0,96 <sup>**</sup>	-0,56 <sup>ns</sup>	/	
Propionska k. Propionic acid	-0,74 <sup>ns</sup>	0,98 <sup>***</sup>	-0,98 <sup>***</sup>	0,67 <sup>ns</sup>	0,97 <sup>**</sup>	-0,77 <sup>#</sup>	0,96 <sup>**</sup>	/
Maslena kislina Butyric acid	-0,71 <sup>ns</sup>	0,99 <sup>***</sup>	-0,99 <sup>***</sup>	0,73 <sup>ns</sup>	0,98 <sup>***</sup>	-0,81 <sup>*</sup>	0,91 <sup>*</sup>	0,98 <sup>***</sup>

\*\*\* = (p < 0,001); \*\* = (p < 0,01); \* = (p < 0,05); # = (p < 0,10); ns = neznačilno / not significant

Okrajšave so razložene v preglednici 1 / Abbreviations are defined in table 1

Dodajanje mravljinčne kisline je bistveno izboljšalo kakovost silaže iz neovele krme. Silaža S/0 MK je vsebovala skoraj dvakrat manj amoniakovega N in več kot desetkrat manj maslene kisline kot S/0. Dodana mravljična kislina je silažo kljub majhni vsebnosti sušine v krmi za siliranje (190 g kg<sup>-1</sup>) razmeroma dobro ohranila. Glede na vsebnost maslene in očetne kisline, je bila silaža po Dulphyu in Demarquillyu (1981) ocenjena kot dobra, glede vsebnosti amoniakovega dušika pa kot slaba. Za razliko od S/0 je bila S/0 MK v vseh navedenih lastnostih v razponu, ki je značilen za običajne, manj kot eno leto stare silaže. Mravljinčna kislina zavre delovanje klostridijev posredno, prek zmanjšanja pH vrednosti, pa tudi neposredno, saj je pri enaki pH vrednosti učinkovitejša od drugih kislin (Waldo, 1978). K ohranitvi silaže S/0 MK je med dvanajstletnim skladiščenjem poleg mravljinčne kisline gotovo prispevala tudi velika vsebnost mlečne kisline (104,2 g kg<sup>-1</sup> SS). Henderson in sod. (1972) ter Pedersen in sod. (1973)

poročajo, da dodajanje mravljinčne kisline ne onemogoči naravnega mlečnokislinskega vrenja in to potrjujejo tudi podatki tega poskusa.

Preglednica 3. Vsebnost sušine v krmi za siliranje in odgovarjajočih silazah ter pH vrednost, vsebnost amoniaka in kislinska sestava silaž po 12 letih skladiščenja

Table 3. Concentration of dry matter in forage for ensiling and corresponding silages, pH value, ammonia concentrations and acid composition of silages after 12 years of storage

	Postopek konzerviranja / Conservation method					
	S/0	S/0 MK	S/6	S/10	S/30	S/34
SS izhodiščnega materiala, g kg <sup>-1</sup> DM of parental material, g kg <sup>-1</sup>	190	190	230	267	376	434
SS silaže, g kg <sup>-1</sup> Silage DM, g kg <sup>-1</sup>	106	171	215	241	346	412
pH vrednost pH value	5,1	4,2	4,3	4,5	4,5	4,8
NH <sub>3</sub> – N, g kg <sup>-1</sup> skup. N NH <sub>3</sub> – N, g kg <sup>-1</sup> total N	552	195	211	212	108	69
Mlečna kislina, g kg <sup>-1</sup> SS Lactic acid, g kg <sup>-1</sup> DM	1,8	104,2	97,3	77,4	83,5	48,0
Ocetna kislina, g kg <sup>-1</sup> SS Acetic acid, g kg <sup>-1</sup> DM	55,5	34,6	26,7	24,0	19,8	15,2
Propionska kislina, g kg <sup>-1</sup> SS Propionic acid, g kg <sup>-1</sup> DM	18,53	3,87	1,49	1,91	0,41	0,00
Maslena kislina, g kg <sup>-1</sup> SS Butyric acid, g kg <sup>-1</sup> DM	53,96	4,81	4,05	11,37	0,01	0,00
Valerianska kislina, g kg <sup>-1</sup> SS Valeric acid, g kg <sup>-1</sup> DM	5,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00

Okrajšave so razložene v preglednicah 1 in 2 / Abbreviations are defined in tables 1 and 2

Zaradi neugodnih vremenskih razmer se je prvi dan venenja vsebnost sušine pri vzorcih S/6 in S/10 le malo povečala (od 190 na 230 in 267 g kg<sup>-1</sup>). Učinek venenja na kakovost silaže je bil kljub temu jasno izražen, saj sta bili silaži, pripravljene iz delno ovele trave 6 in 10 ur po košnji, bistveno boljši od silaže iz neovele trave brez dodatka (pregl. 3). Prisotnost maslene kisline in razmeroma velik delež amoniakovega N sicer kažejo na precej obsežno delovanje klostridijev, ki pa navsezadnje vendarle niso uspeli prevladati in v celoti pokvariti silaže. Silaži iz delno ovele krme (S/6 in S/10) sta bili po sestavi podobni neoveli silaži z dodatkom mravljinčne kisline (S/0 MK).

Drugi dan po košnji smo uspeli pripraviti krmo (S/30 in S/34), ki je bila glede vsebnosti sušine v razponu, ki ga priporočamo v praksi (376 in 434 g kg<sup>-1</sup>). Razmere za venenje krme na travniku so bile dobre in temu primerna je bila tudi kakovost silaž. Ob upoštevanju povezav med vsebnostjo sušine in pH vrednostjo po Wieringi (1969) sta obe silaži dosegli pri dani vsebnosti sušine dovolj nizko pH vrednost za preprečitev rasti klostridijev. To se je odrazilo tudi v vsebnosti maslene kisline, ki jo je vsebovala silaža S/30 le v sledovih, pri silaži S/34 pa je nismo uspeli zaznati. Glede na vsebnosti očetne in maslene kisline lahko po Dulphyu in Demarquillyu (1981) silaži S/30 in S/34 ocenimo kot odlični. Rezultati dokazujejo, da je obstojnost kakovostnih silaž iz ovele krme zelo dobra in da jih je mogoče skladiščiti tudi za daljše obdobje. Ti rezultati so skladni z rezultati Viesta in sod. (1995), ki so ugotovili, da se pri skladiščenju

silaž z veliko vsebnostjo sušine (od 368 do 432 g kg<sup>-1</sup>) v anaerobnih razmerah tudi v 12 do 13 letih ne razvije maslena kislina.

Povezave med vsebnostjo sušine in nekaterimi neželenimi produkti vrenja (pregl. 2) potrjujejo, da je za obstojnost silaž odločilno venenje krme pred siliranjem. Vsebnost sušine v silažah je bila negativno povezana z deležem amoniakovega N ( $r = -0,84$ ;  $p < 0,05$ ) ter vsebnostjo očetne kisline ( $r = -0,89$ ;  $p < 0,05$ ). Visoka, a neznačilna, sta bila tudi korelacijska koeficienta z masleno in propionsko kislino.

## SKLEP

Rezultati poskusa so pokazali, da lahko kakovostno ovelo travno silažo v dobro zaprtih silosih skladiščimo tudi več kot deset let. Pri silaži iz neovele krme se je mlečna kislina skoraj v celoti razgradila in posledično se je silaža pokvarila. Obstojnost silaže iz neovele krme je mogoče izboljšati z dodajanjem mravljinčne kisline.

## SUMMARY

Data on changes which arise during the long-term silage storage are rather scarce. It is known that in case in which lactic acid bacteria do not lower the pH value enough to prevent the growth of clostridia, the silage gets spoiled (for details see McDonald *et al.*, 1991). Recently, it was found that some changes occur also at low pH values. In anaerobic conditions, some heterofermentative lactic acid bacteria, like *Lactobacillus buchneri*, are able to degrade lactic acid to acetic acid and 1,2-propanediol (Driehuis *et al.*, 1999; Oude Elferink *et al.*, 2001). The objective of the present work was to see if silages can be stored for the period of more than ten years. The effects of dry matter concentration and formic acid treatment on silage stability were also investigated.

Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) was cut on May 10<sup>th</sup> 1988 and ensiled in experimental silos with a volume of 100 l. Fresh grass was ensiled either directly (S/0) or by adding 4 g kg<sup>-1</sup> of 85 % formic acid (S/0 MK). Wilted silages were also prepared from the same material which was wilted on a meadow for 6 (S/6), 10 (S/10), 30 (S/30) and 34 (S/34) hours. During the first day of wilting the weather conditions were not favourable. Therefore, only a minor increase in dry matter (DM) concentration was observed (from 190 to 230 and 267 g kg<sup>-1</sup> during the 6 and 10 hour wilting period). During the second day of wilting the weather conditions were more favourable so that we managed to prepare material with 376 and 434 g DM per kg for the silages S/30 and S/34, respectively. After 12 years of storing in a non-heated room the silages were opened, estimated visually and analysed. The concentrations of crude protein, crude fibre, crude fat, ash and ammonia were determined as described by Naumann and Bassler (1976). The concentrations of lactic, acetic, propionic, butyric and valeric acid were analysed using gas chromatography according to Holdeman and Moore (1975). Concentration of net energy for lactation (NEL) was assessed on the basis of gas which is produced during the incubation of samples with rumen liquor (Menke *et al.*, 1979) using the equation of Aiple *et al.* (1995).

Chemical composition and concentrations of NEL in 12 years old silages are given in Tables 1 and 3. Silage S/0 was visually completely spoiled. The main acids in the silage were acetic and butyric (55.5 and 53.96 g kg<sup>-1</sup> DM). Lactic acid (1.8 g kg<sup>-1</sup>) was almost completely degraded during the process of ensiling and storage. High ammonia fraction (552 g NH<sub>3</sub>-N kg<sup>-1</sup> total N) indicates that there was also an extensive protein breakdown. The addition of formic acid improved the stability of silage. In comparison to S/0, S/0 MK contained considerably less acetic (34.61 g kg<sup>-1</sup> DM) and butyric (4.81 g kg<sup>-1</sup> DM) acid and had a considerably lower proportion of ammonia N (195 g kg<sup>-1</sup> total N). The concentration of lactic acid lied within the range which can

be expected in usual direct cut silages (104.2 g kg<sup>-1</sup> DM). Wilting to moderate DM concentration (230 and 267 g DM kg<sup>-1</sup>) resulted in a similar improvement of fermentation pattern as the formic acid treatment. They (S/30 and S/34) contained 97.3 and 77.4 g of lactic acid, 26.7 and 24.0 g of acetic acid and 4.05 and 11.37 g of butyric acid per kg of DM. The proportions of ammonia N were high (211 and 212 g NH<sub>3</sub>-N kg<sup>-1</sup> total N), but within the range which can be observed in silages which were stored for less than one year. Wilting to high DM concentration (376 and 434 g DM kg<sup>-1</sup>) resulted in excellent forage preservation for a 12 year period. Both silages (S/30 and S/34) were characterised by low acetic acid (19.8 and 15.2 g kg<sup>-1</sup> DM) and ammonia nitrogen (108 and 69 g NH<sub>3</sub>-N kg<sup>-1</sup> total N). There was no butyric acid detected in S/34 while in S/30 it was found only in traces (0.01 g kg<sup>-1</sup> DM). Undesirable fermentation end-products in the silage were negatively correlated to DM concentration (Table 2). The concentration of NEL was markedly lower in the S/0 (3.62 MJ kg<sup>-1</sup> DM) than in wilted (from 5.01 to 5.39 MJ kg<sup>-1</sup> DM) and formic acid treated (from 5.22 MJ kg<sup>-1</sup> DM) silages.

The results of the current study suggest that well fermented wilted grass silages can be stored in air tight silos for a period of more than ten years without a risk of spoilage. In direct cut silage, lactic acid was almost completely degraded and as a result the silage got spoiled. Long term stability of unwilted silage can be improved by formic acid treatment.

## ZAHVALA

Delo sta financirala Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano ter Ministrstvo za šolstvo, znanost in šport Republike Slovenije.

## VIRI

- Aiple, K.P./ Steingass, H./ Drochner, W. Schätzung des Energiegehaltes von Grünfuttermitteln mit Pepsin-Cellulase-methode und dem Hohenheimer Futterwerttest. Proc. Soc. Nutr. Physiol., 4(1995), 99.
- Babnik, D./ Verbič, J. Ocenjevanje energijske vrednosti krme s travinja. Zb. Bioteh. Fak. Univ. Ljublj., Kmet. Zooteh., 76(2000)2, 61–74.
- DLG. Futterwerttabellen. Wiederkäuer. Frankfurt, DLG Verlag, 1997, 212 str.
- Driehuis, F./ Oude Elferink, S.J.W.H./ Spoelstra, S.F. Anaerobic lactic acid degradation during ensilage of whole crop maize inoculated with *Lactobacillus buchneri* inhibits yeast growth and improves aerobic stability. J. Appl. Microbiol., 87(1999), 583–594.
- Dulphy, J.P./ Demarquilly, C. Problèmes particuliers aux ensilages. V: Prévion de la valeur nutritive des aliments des Ruminants. Versailles, INRA Publication, 1981, 81–104.
- Henderson, A. R./ McDonald, P./ Woolford, M.K. Chemical changes and losses during the ensilage of wilted grass treated with formic acid. J. Sci. Food Agric., 23(1972), 1079–1087.
- Holdeman, L.V./ Moore, W.E.C. Anaerobe laboratory manual. Blacksburg, Virginia Polytechnic Institute, 1975.
- McDonald, P./ Henderson, A.R./ Heron, S.J.E. The Biochemistry of Silage. Marlow, Chalcombe Publications, 1991, 340 str.
- McDonald, P./ Henderson, A.R./ Ralton, I. Energy changes during ensilage. J. Sci. Food Agric., 24(1973), 827–834.
- Menke, K.H./ Raab, L./ Salewski, A./ Steingass, H./ Fritz, D./ Schneider, W. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they were incubated with rumen liquor *in vitro*. J. Agric. Sci., 93(1979), 217–222.
- Naumann, K./ Bassler, R. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. Methodenbuch. Band 3, Neudamm, Verlag Neumann, 1976, 265 str.
- Ohshima, M./ McDonald, P. A review of the changes in nitrogenous compounds of herbage during ensilage. J. Sci. Food Agric., 29(1978), 497–505.
- Oude Elferink, S.J.W.H./ Krooneman, J./ Gottschal, J.C./ Spoelstra, S.F./ Faber, F./ Driehuis, F. Anaerobic conversion of lactic acid to acetic acid and 1,2 – propanediol by *Lactobacillus buchneri*. Appl. Environ. Microb., 67(2001), 125–132.
- Pedersen, T.A./ Olsen, R.A./ Guttormsen, D.M. Numbers and types of microorganisms in silage and effluent from grass ensiled with different additives. Acta Agr. Scand., 23(1973), 109–120.



Rogers, G.L./ Bryant, A.M./ Jury, K.E./ Hutton, J.B. Silage and dairy cow production. 1. Digestible energy-intake and yield and composition of milk of cows fed pasture and pasture silages. N. Z. J. Agr. Res. 22(1979)4, 511–522.

Statgraphics, Plus. Advanced Regression. Rockville, Manugistics, Inc., 1996.

Viest, M./ Zimková, M./ Žiláková, J. Posúdenie stability a kvality dlhodobých siláží. Slov. vet. čas., 20(1995)2, 77–80.

Waldo, D. R. The use of direct acidification in silage production. V: Fermentation of silage – a review. (ed. McCullough). West Des Moines, National Feed Ingredients Association, 1978, 117–179.

Wieringa, G.W. Influence of moisture and nutrient content of forage plants on fermentation processes. Proc. 3rd Gen. Meeting Europ. Grasld. Fed., Braunschweig, 1969, 133–138.