

サイレージの養分保持に関する研究(4)

誌名	秋田県立農業短期大学研究報告 = Bulletin of the Akita Prefectural College of Agriculture
ISSN	03898423
著者	伊藤, 寛治
巻/号	15号
掲載ページ	p. 129-135
発行年月	1989年4月

サイレージの養分保持に関する研究

IV. ホルマリン添加サイレージにおける
発酵抑制におよぼすpHの影響伊藤 寛治
(附属農場)

緒言

反芻家畜をサイレージ主体で飼養する場合、サイレージの発酵や蛋白の分解を抑制し、サイレージ中に水溶性炭水化物を多く残存させると飼料が効率的に利用されると考えられている¹⁾。そして、ホルマリン添加による発酵抑制効果はプロピオン酸または蟻酸との混用により一層大きくなり^{2,3,6,17,18)}、さらに蛋白の分解が抑制される事が判明している^{1,10)}。ホルマリンは毒性を有するため、より低濃度の添加でこの目的を達成する必要がある、その場合にホルマリンと混用する添加物として、どのような条件が必要なのか確認する必要がある。ホルマリン添加サイレージの発酵抑制効果には材料草のpHが関与していると考えられ、次の事柄が推察される。

①プロピオン酸、蟻酸の両物質は共に酸性物質であるため、ただ単に材料草のpHを低下させることが植物細胞の呼吸作用を止め、微生物の繁殖を抑圧し、発酵抑制効果を更に大きくする。

②ホルマリンとアルカリ性物質との混用添加は発酵抑制を阻害する。

③発酵抑制されたサイレージのpHは5.0前後であり、この程度の酸度では、むしろ、酪酸発酵の危険性が高い。そこで、無機の酸性物質よりも有機の酸性物質の方が発酵抑制効果が大きい。

よって、ホルマリンと混用添加する物質のpH、緩衝能と発酵抑制程度、サイレージ成分の関係について検討し、上記3点を明らかにしようとした。

材料および方法

供試材料はオーチャードを主体とする1番牧草をハーベスターで細切したものを用いた。

添加処理は材料草の新鮮物1Kg当り、市販のホルマリン(HCHO37%含有)10mlを水270mlと混合して、材料草に均一に散布した(以下F区と略記す

る)。この濃度は目途として、HCHO成分でDM中1.0%添加になる。さらに、新鮮物1Kg当りホルマリン5mlと0.184Nプロピオン酸を275ml添加区(以下FP区と略記する)を設けた。同様にホルマリン5mlと混合するものとして、蟻酸、塩酸、硫酸、アンモニアの各0.184N275ml添加区を設けた(規定濃度を統一した)。これらをそれぞれ、FF区、FH区、FS区、FA区と略記する。また、対照として添加(処理)区と同じ液量になるように水を280ml添加した区(C区と略記する)を設けた。これら7処理の材料草を900ml容ガラス瓶に460gを目途にそれぞれ4反復で詰込みを行なった。

貯蔵期間は6カ月とし開封後分析に供した。水分は乾燥法により求め揮発成分による補正を行った。有機酸はカルボン酸分析計により行い、遊離のHCHOは水抽出し、その口液を水蒸気蒸留したものを用いた。全-HCHOの抽出は3Mの硫酸を加えて、水蒸気蒸留したものを用いた^{4,8)}。定量はアセチルアセトン法により分光光度計を用いた²⁰⁾。その他は慣行法⁷⁾により求めた。

結果および考察

添加液のpHと添加1時間後および1日後のサイレージpHを図1に示した。

添加液のpHはFH区が0.95、FS区が1.21と無機の酸が低く、次にFF区2.15、FP区が2.69と有機酸の酸が低かった。F区が4.16、C区が7.12、FA区は11.19であった。

添加1時間後のサイレージのpHは溶液のpHと同じ傾向があった。添加液のpHと比較すると、F区では1.78のpHの上昇があったが、これは最も少ない変動であった。有機のFP区、FF区は2.3~2.6のpHの上昇がみられた。一方、無機のFH区、FS区は約3.5のpHの上昇がみられ、FA区は逆に2.3のpHの低下がみられた。

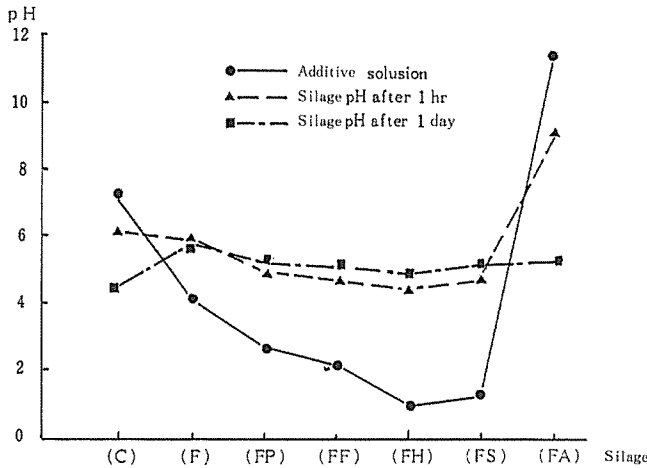


Fig1. The pH value of additive solution and silage

添加1日後のサイレージpHはホルマリンの添加していないC区が最も低く、FA区も6以下に低下した。これらは添加液のpHと比較するとそれぞれ2.62, 5.95の低下であり、後述する発酵に伴い生産される有機酸の影響と思われる。

添加1時間後と添加1日後のサイレージのpHを比較すると、F区では0.18、ホルマリンと酸混用添加区では、FH区、FS区が0.38, 0.39のpHの上昇があり、FP区、FF区が0.22, 0.35の上昇があった。1時間後および1日後のサイレージのpHは共にやや無機酸区での上昇幅が大きい傾向があった。

塩酸、蟻酸、プロピオン酸は通常原物あたり0.4~0.5%程度の濃度で添加されるが、本試験では、ホルマリンとの混用添加のため、原物当りに換算すると、プロピオン酸0.29%、蟻酸0.18%、塩酸0.15%、硫酸0.20%と添加濃度は低い。供試した添加液のpH緩衝能はプロピオン酸が優れ、蟻酸も無機の酸よりも優れていると思われた。

処理区別のサイレージの発酵品質を表1に示した。開封時のサイレージpHはF区が高く、C区が低い傾向があった。また、FA区も低い傾向であった。

乳酸、プロピオン酸はF区およびホルマリンと

酸の混合添加区はC区よりも有意に少なくn-酪酸も少ない傾向があった。しかし、FA区の発酵は抑制されずC区と有意差がなかった。i-酪酸は添加液による大きな差はみられなかった。蟻酸はFP区、FF区が多く、F添加区では少ない傾向があった。酢酸はFP区が多い傾向であった。

サイレージ詰込み時、添加したプロピオン酸はDM中に換算すると0.98%であり、蟻酸はDM中0.66%になるが、これらを差し引くと、FP区、FF区での有機酸生成量はFH区、FS区に比べ少ない傾向であった。

サイレージのpHは添加液のpH、緩衝能および発酵(微生物増殖)抑制能力により影響を受けると考えられるが、養分保持、サイレージの多給の必要性からサイレージの発酵は抑制され、酪酸の生成量が増加しない限り、pHは高い方が好ましいと考えられる。これらのことから判断するとホルマリンと混合する酸性物質ではプロピオン酸が適すると思われた。

処理区別のサイレージに残存するHCHO濃度を図2に示した。F-HCHO(遊離の)含有率はF添加区が47.5mg%と最も高く、FP区も16.8mg%と高い傾向であるがC区(0.35mg%)と有意差は無かった。その他の添加区も7.3mg%以下で共に少なかった。T-HCHO(全)含有率はF区が73.9mg%と最も高くなった。また、FP区、FH区もC区(11.23mg%)、FA区よりも有意に高かった。FF区、FS区ではC区と有意差はなかった。T-HCHOの添加時からサイロ開封時までの消失量はF区はサイロ当たり1.46gと最も多いが、HCHO回収率も7.39%と最も高

Table 1. Fermentative quality of silage

Treatment	pH	Organic acid (% of dry matter)					
		Lactic	Acetic	Propionic	Formic	i-Butyric	n-Butyric
Silage(C)*)	4.36 ^{d**}	2.47 ^a	0.46 ^{ab}	1.76 ^a	0.13 ^b	0.12 ^a	1.35 ^a
Silage(F)	5.50 ^a	0.09 ^b	0.61 ^{ab}	0.20 ^b	0.03 ^b	0.24 ^a	0.09 ^b
Silage(FP)	5.12 ^b	0.26 ^b	0.70 ^a	0.28 ^b	0.43 ^a	0.00 ^a	0.00 ^b
Silage(FF)	4.87 ^{bc}	0.21 ^b	0.13 ^c	0.45 ^b	0.48 ^a	0.24 ^a	0.00 ^b
Silage(FH)	4.80 ^c	0.35 ^b	0.45 ^{ab}	0.22 ^b	0.03 ^b	0.05 ^a	0.02 ^b
Silage(FS)	4.57 ^{cd}	0.42 ^b	0.37 ^{bc}	0.38 ^b	0.17 ^b	0.24 ^a	0.02 ^b
Silage(FA)	4.58 ^{cd}	2.76 ^a	0.33 ^c	2.18 ^a	0.06 ^b	0.11 ^a	0.69 ^{ab}

*) (C): Treated with 280ml of water per 1kg fresh grass

(F): Treated with 10ml of formalin(37% w/w HCHO) plus 270ml of water per 1kg fresh grass

(FP), (FF), (FH), (FS), (FA): Treated with 5ml of formalin mixed with 175ml of 0.184 N solution such as propionic acid(FP), formic acid(FF), hydrochloric acid(FH), sulfuric acid(FS) and ammonium hydroxide(FA) per 1kg fresh grass

***) a, b, c, d: The mean in the same column with different superscripts are significantly different(P(0.05))

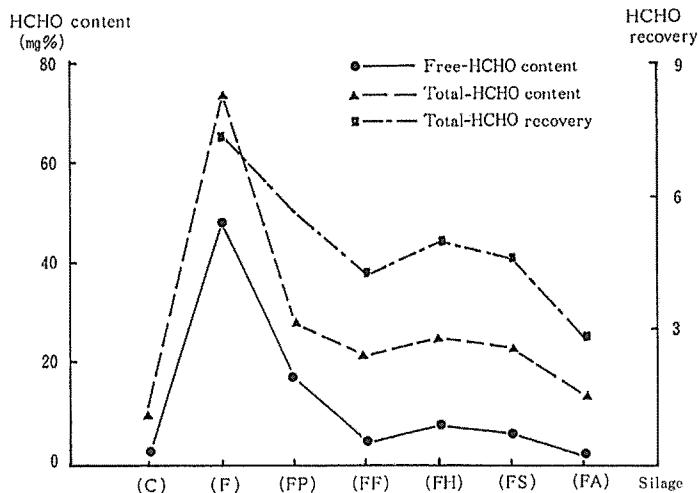


Fig2. The content and recovery of formaldehyde(HCHO) of silage

くなった。ホルマリンと酸混合添加区のT-HCHO消失量は0.76~0.77gであり、HCHO回収率は5.67-4.61%であった。その中でFP区は5.67%と高い傾向があった。一方、FA区のHCHO回収率は最も少なく2.8%であった。

Kaiser et al.^{4,5)}はHCHO添加レベルが濃いほどHCHO回収率は高いが、最高でも50%以下であり、この消失の主なものとして化学結合をあげている。本試験でもこの消失する傾向はみられたが、全体のHCHO回収率は低く、発酵抑制は不十分であると思われた。

処理区別の全-Nに対するVBNおよび不溶性N(蛋白態N)比率を図3に示した。

VBN比率はFA区が50.0%と最も高く、次はC区の14.4%であった。F区、FP区ではC区よりも有意に少なくなった。しかし、FH区、FS区、FF区はC区とは有意差がみられなかった。FA区のアムモニア添加によるVBN増加量は60mg%であり、全-Nに対するVBN比率では10.9%程度に相当するが、この添加量を差引いてもFA区でのVBN含量が多いことになる。

全-Nに対する不溶性N比率はF区が高く、さらに、FF区、FP区、FS区、FH区もC区より高く維持されていた。ホルマリン添加サイレージにおいて不溶性N比率が高くなることはKaiser et al.^{4,5)}、大山・柁木¹⁰⁾と同様であった。しかし、FA区はC区と有意差がなかった。FA区

では添加したアンモニア態-Nが計算上不溶性N比率を低下させる要因になるので、サイロ詰込み時の不溶性Nに対する開封時のサイレージ中に残存する不溶性Nの回収率でみてみた。この場合、C区60.9%に対してFA区76.2%とC区より高い傾向を示した。つまり、ホルマリン添加の場合でも、混用する添加液のpHが高いと蛋白の分解が多くなり、不溶性Nの減少、VBNの増加があることを示している。

処理区別のサイレージに残存するWSCを図4に示した。WSC含有率はF、FP区が多くFF区もC区より有意に多かった。FH、FS、FA区はC区と有意差は無かった。

WSC回収率はF、FP区では45%前後で、C区やその他の添加区よりも有意に多かった。しかし、FF、FH、FS、FA区では17.7~26.0%でC区の17.6%と有意差は無かった。添加液のpHが低いことは必ずしも高WSC回収率に結びつかず、ホルマリンと混合する酸性の物質としてはプロピオン酸がWSC回収率の点で最も適していた。

サイロ当たりのWSC消費量と有機酸生産量および転化効率(有機酸生成量/WSC消費量)を図5に示した。WSC消費量はF、FP区が6.6~6.7gと少なく、その他は有意差がなく10.0~8.7gの範囲内であった。一方、有機酸生成量はC区、FA区が多く、それぞれ9.1、8.8gであったが、Fおよびホル

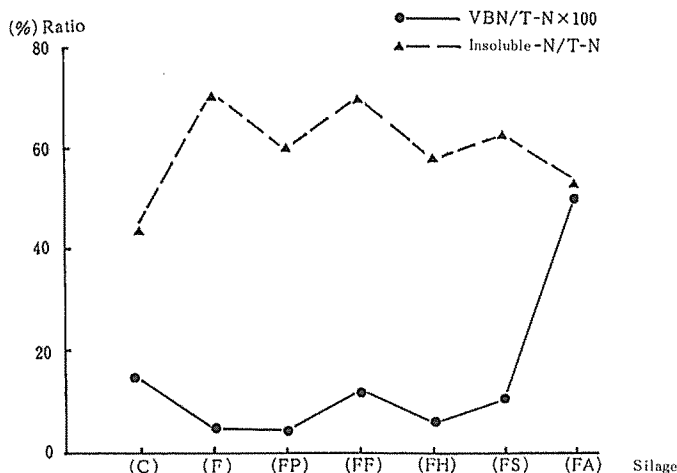


Fig3. Ratio of volatile basic nitrogen and insoluble nitrogen to total nitrogen of silage

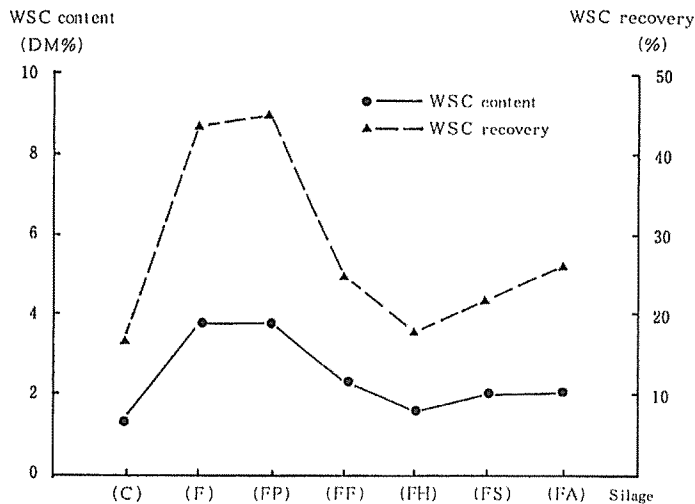


Fig4. The content and recovery of water soluble carbohydrate (WSC) of silage

マリンと酸混合添加区は1.6~2.7gと少なかった。

WSCから有機酸への転化効率はC区, FA区がそれぞれ91.4, 107.5%とホルマリンと酸混合添加区の15.9~36.6%より有意に高くなった。また, WSC消費量の少なかったF区の転化効率は43.7%でホルマリンと酸混合添加区より有意に高くなった。また, ホルマリンと酸混合添加区間ではFP区がややWSC消費量が少なかったため高い傾向がみられた。

C区とF区を除いた添加液のpHおよびサイレージのpHとサイレージの成分, 発酵品質との相関を表2に示した。添加液のpHはサイレージのVBN, 乳酸, 酢酸, n-酪酸, 転化効率と正の相関を示し, サ

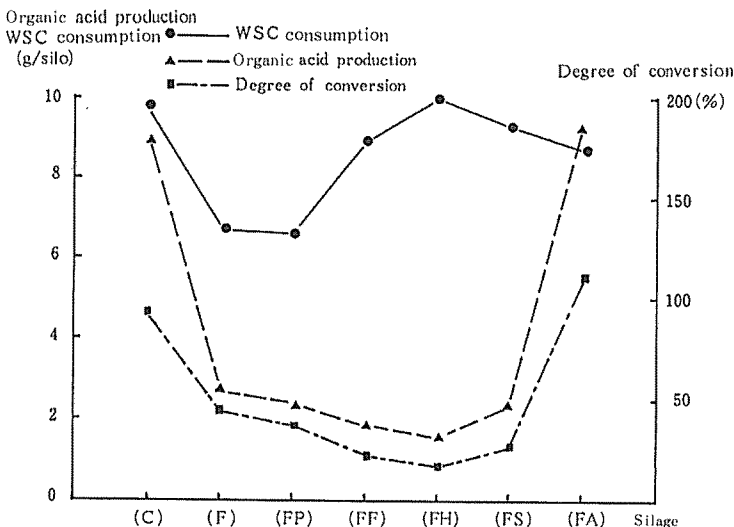


Fig5. The quantity of organic acid production and WSC consumption per silo

イレージに残存するT-HCHO含有率とは負の相関を示した。すなわち, 添加液のpHが低ければ, 微生物の活動(増殖)は抑制されるため, 蛋白やHCHOの分解は抑制されVBNの生成量は少なく, また, 乳酸, 酢酸, n-酪酸などの有機酸生成量が減少すると考えられる。一方では, 発酵が抑制された場合でも, WSCの分解を完全に止めることは出来ず, WSC消費量よりも有機酸の生成量が少ないため, 転化効率は低くなることを示している。

開封時のサイレージpHは添加液のpHとは相関がみられず, VBN, 乳酸, 酢酸, 転化効率と負の相関がみられた。これは発酵抑制されたサイレージは酸性要因である有機酸が

少ないためpHが高く維持されたものと考えられる。このことから, 発酵抑制は添加液のpH以外に添加液の緩衝能, 微生物増殖阻害作用の大小により影響されることを示唆していると思われる。

サイレージに残存するHCHOとサイレージ成分, 発酵品質との相関を表3に示した。サイレージ中に残存するT-HCHOはVBN, 乳酸, 酢酸と負の相関があり, 不溶性N, WSC, F-HCHO, pH, 蟻酸, WSC回収率と正の相関があった。つまり, サイレージ中にT-HCHOが多く存在することは蛋白の分解, 有機酸生成を抑制し不溶性N, WSCを高く維持し, pHの低下を防ぐと判断された。

山下・山崎¹⁹⁾は蟻酸が塩酸と同様ホルマリン添加に比べpHは低くなるがサイレージは変質しやすいと報告している。また, 高井・広瀬^{12,13)}, 高井・佐々木^{14,15)}はプロピオン酸塩はカビ発生防止, pH低下の効果を認めている。これらはいずれも塩酸, 蟻酸, プロピオン酸のpH低下の効果を認めながらも, 蟻酸, 塩酸の好気的変敗防止効果はプロピオン酸より劣るとしている。大山・原⁹⁾はカプロン酸の好気的変敗防止効果を認め, また, 大山・原⁹⁾は好気的変敗の調査で酵母の増殖阻害作用は等モル濃度では酪酸の方がプロピオン酸よりも強く, かつ, pHが低い場合に阻害効果が大きくなるとしている。本実験ではサイレージ中に残存する

Table 2. Correlation coefficient among additive solution pH, organic acid and composition of silages (except silage(C) and silage(F))

	Additive solution	pH Silage after 1hr	Silage opening time
VBN a) (mg % in FM)	0.9262**	0.9349**	-0.4733*
Insoluble-N (% in DM)	-0.3930	-0.4073	0.1882
Free-HCHO (mg % in DM)	-0.3478	-0.3753	0.1571
Total-HCHO (mg % in DM)	-0.7763**	-0.7912**	0.2487
WSC b) (% in DM)	-0.0405	-0.0899	-0.0351
Silage pH at opening time	-0.3349	-0.3849
Lactic acid (% in DM)	0.8871**	0.9005**	-0.6242**
Acetic acid (% in DM)	0.9330**	0.9399**	-0.5178*
Propionic acid (% in DM)	-0.3214	-0.3763	0.5009*
Formic acid (% in DM)	-0.0999	-0.1053	0.1005
i-Butyric acid (% in DM)	-0.1033	-0.0813	0.0337
n-Butyric acid (% in DM)	0.5084*	0.5135*	0.3053
WSC recovery (%)	-0.0527	0.0069	-0.1176
Organic acid production (g/silo)	0.9741**	0.9814**	-0.4354
Degree of conversion c) (%)	0.9381**	0.9388**	-0.4903*

a): Volatile basic nitrogen b): Water soluble carbohydrate

c): Organic acid production (g/silo) / WSC consumption (g/silo) × 100

** : P(0.01) * : P(0.05)

Table 3. Correlation coefficient between residual formaldehyde and chemical composition of silages (except silage(C) and silage(F))

	Free-HCHO (mg%)	Total-HCHO (mg%)
VBN a) (mg%)	-0.5118**	-0.5436**
Insoluble-N (% in DM)	0.3809	0.4604*
Free-HCHO (mg%)	0.9334**
WSC b) (% in DM)	0.3715	0.4900*
Silage pH	-0.7156**	0.8049**
Lactic acid (% in DM)	-0.3884	-0.4790*
Acetic acid (% in DM)	-0.4470	-0.5128*
Propionic acid (% in DM)	-0.3737	-0.3587
Formic acid (% in DM)	0.5581**	0.4583*
i-Butyric acid (% in DM)	-0.2456	-0.0783
n-Butyric acid (% in DM)	-0.2750	-0.3323
WSC recovery (%)	0.3714	0.4851*
Organic acid production (g/silo)	0.2352	0.3306
Degree of conversion c) (%)	-0.1051	-0.1385

a): Volatile basic nitrogen b): Water soluble carbohydrate

c): Organic acid production (g/silo) / WSC consumption (g/silo) × 100

** : P(0.01) * : P(0.05)

HCHO含有率が低く、VBN生成量、WSC消費量が多く、発酵抑制は不十分であったことから、ホルマリンの添加量が少なかったと思われた。しかし、無機の酸よりも有機の酸が緩衝作用が強く、また、有機の酸でも蟻酸よりも分子量の多いプロピオン酸でWSCの消失量が少なかったことから、嫌気条件においても高分子の酸性物質が微生物増殖阻害作用も強いと判断される。

摘 要

ホルマリン添加サイレージにおいて、発酵抑制効果をもとめるため、ホルムアルデヒドと混用する添加物は、単にpHが低ければ良いのか、または、有機の酸と無機の酸は発酵抑制に違いがあるのか、さらに、アルカリ性の物質では発酵抑制を阻害するか否かを検討した。

1. ホルマリンと混合した酸性物質の添加液の濃度は同じ(0.187N)であるが、有機のプロピオン酸、蟻酸は無機の塩酸、硫酸よりもpHが高いが、添加1時間後、および1日後のサイレージのpHの変動巾は小さく、緩衝作用が大きかった。

2. サイレージの発酵抑制はF区、ホルマリンと酸の混合添加区で認められ、乳酸、プロピオン酸、n-酪酸生成量が少なかった。FA区は発酵抑制は認められず、VBNの増加、不溶性Nの減少が認められた。

3. 添加液のpHはサイレージのVBN、乳酸、酢酸、n-酪酸生成量と正の相関がありサイレージに残存するT-HCHOと負の相関を示した。

4. WSC消費量は添加液のpHとは相関がなく、F、FP区で少なくなりFF区も少ない傾向にあった。サイレージの発酵を抑制し、サイレージに残存するWSC、不溶性Nを維持するためにホルマリンと混合する物質は、無機質よりも有機質の酸性物質が効果的であり、低分子よりも高分子の物質が効果的と考えられた。

引用文献

- 1) Henderson, A. R., P. McDonald and D. H. Anderson (1982) : The effect of silage additives containing formaldehyde on the fermentation of ryegrass ensiled at different dry matter levels and on the nutritive value of direct-cut silage. *Animal Feed Science and Technology*, 7, 303-314
- 2) 伊藤寛治・高橋淳根 (1982) : サイレージの養分保持に関する研究 I. 薬剤添加が発酵抑制および好気的変敗におよぼす影響 秋田農短大報 第8号 : 89-99
- 3) 伊藤寛治・高橋淳根 (1982) : サイレージの養分保持に関する研究 II. サイレージの発酵抑制と養分回収 秋田農短大報 第8号 : 101-108
- 4) Kaiser, Alan. G, Ronald, A. Terry and Mewa, S. Dhanoa (1981) : Fermentation patterns in ryegrass, red clover and maize silages treated with formaldehyde additives at ensiling. *J. Sci. Food Agric.* 32, 637-646
- 5) Kaiser, A. G., D. F. Osbourn and P. England (1982) : Intake and digestion of formaldehyde-treated red clover silages offered to calves either alone or with a urea supplement. *J. agric. Sci., Camb.* 98, 357-369
- 6) Lonsdale, C. R., C. Thomas and M. J. Haines (1977) : The effect of urea on the voluntary intake by calves of silages preserved with formaldehyde and formic acid *J. British Grassland Society* 32, 171-176
- 7) 森本 宏 (1971) 動物栄養試験法 養賢堂, 東京 284-424.
- 8) Nash, T (1953) : The colorimetric estimation of formaldehyde by means of the Hantzsch reaction *Biochem. J.* 55, 416-421
- 9) 大山嘉信・原慎一郎 (1979) : トウモロコシサイレージの開封後の好気的変敗防止のための2種類の添加剤の効果 日畜会報, 50 (3) : 182-188
- 10) 大山嘉信・榎木茂彦 (1979) : カプロン酸添加サイレージにおける“水溶性炭水化物”の増加—埋蔵過程における変化およびホルマリン処理との比較—畜産試験場研究報告 第35号 : 123-129
- 11) 大山嘉信・原慎一郎 (1975) : サイレージから分離した酵母の各種培地における増殖とサイレージの好気的変敗との関係 日畜会報, 46 (12) : 713-721
- 12) 高井慎二・広瀬又三郎 (1970) : サイレージのカビの発生防止ならびに品質保持に関する研究 3. プロピオン酸塩の添加が不良条件下におけるサイレージの品質保持におよぼす効果 東北農試研速 11 : 1-4
- 13) 高井慎二・広瀬又三郎 (1970) : サイレージのカビの発生防止ならびに品質保持に関する研究 4. サイレージの二次発生発酵防止におよぼすプロピオン酸塩の効果 東北農試研速 11 : 5-9
- 14) 高井慎二・佐々木泰斗 (1969) : サイレージのカビの発生防止ならびに品質保持に関する研究 1. 低水分サイレージのカビ発生防止ならびに品質保持におよぼすプロピオン酸塩の効果 東北農試研速 10 : 27
- 15) 高井慎二・佐々木泰斗 (1969) : サイレージのカビの発生防止ならびに品質保持に関する研究 2. 高水分サイレージのカビ発生防止ならびに品質保持におよぼすプロピオン酸塩の効果 東北農試研速 10 : 31
- 16) T. E. Aitchison, D. R. Mertens, A. D. McGillivray and N. L. Jacobson (1976) : Effect of nitrogen solubility on nitrogen utilization in lactating dairy cattle. *J. Dairy. Sci.* 59 (12) : 2056-2062
- 17) Valentine, S. C. and D. C. Brown (1973) : Formaldehyde as a silage additive. II. The chemical composition and nutritive value of lucerne silage, and formaldehyde and formic acid-treated lucerne silage. *Aust J. Agr. Res.* 24 : 939-946
- 18) Waldo, D. R., J. E. Keys, Jr. and C. H. Gordon (1972) : Formaldehyde and formic acid as a silage additive *J. Dairy. Sci.* 55 (2) : 229-232
- 19) 山下良弘・山崎昭夫 (1972) : サイレージの二次発酵誘発の条件について 北海道農業試験場研究報告 第110号 : 81-95
- 20) 衛生試験法注解 (1973) 日本薬学会編 金原出版株式会社 東京 80-81

Studies on the Maintaining Nutritive Value of silage

IV. Influence of pH value of additives on the inhibition of ensiling fermentation in the formalin treated silage

Kanji Iro
(College Farm)

Summary

This experiment was carried out to investigate the influence of pH value of additive solution in the formalin treated silage on the inhibition of ensiling fermentation, and to increase the residual water soluble carbohydrate (WSC) and insoluble N content of silage.

The first cutting orchard grass was ensiled in the 900ml laboratory-silos with addition of 280ml water (C) or of 10ml of formalin (37%w/w solution of formaldehyde) plus 270ml of water (F) per 1kg of fresh grass. Furthermore, orchard grass silage treated with formalin (5 ml) mixed with 175ml of 0.184 N-solution such as 1) propionic acid (FP), or 2) formic acid (FF), or 3) hydrochloric acid (FH), or 4) sulfuric acid (FS), or 5) ammonium hydroxide (FA) per 1kg of fresh grass, respectively.

1. The each formalin mixture which combined with acid compound namely 1),2),3),4),5) were same concentration (0.184N), although organic acid such as propionic acid or formic acid have a higher pH value than inorganic acid such as hydrochloric acid or sulfuric acid.

There were little raise of pH value in organic acid treated silage than those of inorganic acid treated silage at one hour and one day after treatment. It seems to suggest that organic acid have a greater buffering effects than those of inorganic acid.

2. The content of lactic acid, propionic acid and n-butyric acid of the silage (F), (FP), (FF), (FH) and (FS) were significantly lower than those of the control (C). There was no significant effect of formalin in combination with ammonium hydroxide (FA) on silage fermentation, as evidenced by increased in the content of volatile basic nitrogen (VBN) and decreased in the content of insoluble N.

3. The positive correlation were observed among pH value of additive solution, volatile basic nitrogen (VBN), lactic acid, acetic acid and n-butyric acid content of silage. The negative correlation were observed between pH value of additive solution and total formaldehyde present in the silage at opening time.

4. The silage F and FP had significantly higher content of WSC than silage FH and FS. The silage FF have a tendency of higher content of WSC than silage FH and FS. No correlations were observed between the pH value of additive solution and the quantity of WSC consumption during ensiling fermentation.

The results suggest that organic acid compounds are effective additives in order to reduce the ensiling fermentation and maintaining residual WSC and insoluble N than those of inorganic acid compounds when acid compounds were mixed in formalin. A high molecule organic acid is more effective than those of low molecule ones.