

Formic acid와 Caproic acid 첨가가 Reed Canarygrass Silage의 品質과 好氣的 變敗에 미치는 影響

金載荒 · 高永杜

Effect of Formic acid and Caproic acids on the Quality and Aerobic Deterioration of Reed Canarygrass Silage

Jae Hwang Kim and Yung Du Ko

Summary

In order to study the effects of silage additive on the quality and in preventing aerobic deterioration, reed canarygrass silages were made with various levels of formic acid, caproic acid and a mixture of the two acids. Preparation of silages cutted into about 1.5 cm length with the forage cutter and packed in vinyl bags(50 kg of capacity, 0.1 mm of thickness), and it also divided nine types of experimental treatments. Aerobic deterioration in the silages were investigated for 7 days of aerobic exposure periods, and the plastic vessel of diameter 25 cm, a height 30 cm used as a tool.

The results obtained from this experiment are summarized as follow.

1. Crude protein and NFE contents at the time of opening were increased in the silage with mixture of formic and caproic acids($P < 0.01$). Crude fiber and ADF contents during the 7 days of aerobic exposure periods were the decreased in the silages with mixture of two acids treatment($P < 0.01$).
2. Temperature of the silage treated with formic acid alone during the 2 days of aerobic exposure period reached 34.4°C , while that of the silage with caproic acid and mixture formic and caproic acids were not rapidly increased resulting by reduced aerobic deterioration.
3. The pH of silages treated with formic acid alone during the 7 days of aerobic exposure period was not effectively changed, while silages treated with caproic acid were effectively stabilized.
4. The ratio of ammonia nitrogen to total nitrogen was significantly decreased in silages with formic acid > caproic acid > mixture of both in the order($P < 0.01$).
5. Microbiological population of the silage were positively changed during the 7 days of aerobic exposure period. Silages with formic acid were deteriorated at ensiling observed, while application of 1.2% caproic acid was partially reduced deterioration by preventing of the growth moulds.

I. 緒 論

가축의 조사료 중에서 reed canarygrass는 alkaloid 성분으로 인하여 기호성이 떨어지는 단점은 있으나 여름철 건물 생산량이 높으며, 조단백질 함량은 7~20%로서 타 목초 보다 높다(Marten 등, 1980). 그리고 NDF, ADF 및 lignin 함량은 timothy, tall fescue, orchardgrass와 비슷하며(Davis, 1967), 소화율은 alfalfa

와 비슷하다(O'Donovan 등, 1967). 또한 reed canarygrass를 출수전에 예취하여 약간 예건시켜 세절 후 silage를 제조하면 기호성과 영양가가 높은 우수한 silage를 제조할 수 있다(Bittman 등, 1981).

Silage의 호기적 변패는 여러가지 미생물의 작용에 의하여 발생되는데 Beck와 Gross(1964)는 yeast에 의존한다고 하였으나 Woolford와 Cook(1978)는 반드시 yeast에만 의존하는 것은 아니라고 하였다. 그러나

silو 개봉후 yeast와 mould의 증식 등으로 해서 silage의 품질이 떨어지는 것은 사실이다. 사일로를 개봉하여 급여하게 되면 호기적 변패가 일어나게 되는데 이를 억제시키기 위하여 여러가지 첨가제를 사용하고 있다. 그 중에서 formic acid는 silage를 개봉하기 전에 효과가 있으며, formic acid를 valeric acid 또는 caproic acid와 함께 첨가하면 호기적 조건에서 7일 동안은 silage가 안정된다고 하였으며(Ohyama와 McDonald, 1975), formic acid 첨가시 유산의 생성면에서는 균 접종의 효과만큼이나 유익하다고 하였다(Lindgren 등, 1983).

한편 목초 silage 첨가제로서 caproic acid는 호기적 변패를 방지하는데 효과적이라고 하였다(McDonald와 Henderson, 1974; Woolford, 1975; Ohyama 등, 1977).

이상과 같이 목초에 여러가지 산을 첨가 시험한 결과는 있으나 reed canarygrass에 산을 첨가시켜 호기적 변패에 대하여 연구한 결과는 없는 실정이다. 따라서 본 시험은 formic acid와 caproic acid 및 이들 산을 혼합하여 첨가 하였을 때 silage의 품질과 개봉후 호기적 변패에는 어떤 영향을 미치는가에 대하여 구명하

고저 실시하였다.

II. 材料 및 方法

1. 實驗概要

가축의 방목용 혹은 채초용으로 많이 이용되는 reed canarygrass를 생산량이 많은 경우 silage로 이용하기 위하여 formic acid, caproic acid 및 이들 산을 혼합첨가 하였을 때 silage의 품질과 호기적 변패에 미치는 영향을 구명하기 위하여, 재료의 건물 함량당 formic acid 첨가구(0%, 0.6%, 1.2%), caproic acid 첨가구(0%, 0.6%, 1.2%) 및 혼합 첨가구는 formic acid + caproic acid(0.6%+0.6%, 0.6%+1.2%, 1.2%+0.6%, 1.2%+1.2%)로서 처리당 3반복 하였다.

2. 試驗材料

공시 재료는 본 대학 부속 동물사육장에서 채초지로 재배, 이용되고 있는 reed canarygrass를 출수 직전인 5월 8일 예취하여 예건시키지 않고 silage 재료로 이용하였으며, 그 화학적 조성은 Table 1과 같다.

Table 1. Chemical analyses of reed canarygrass

Moisture (%)	Chemical composition (DM, %)						
	Crude protein	Ether extract	Crude fiber	Crude ash	NFE*	ADF**	NDF***
78.1	19.2	4.3	25.1	9.6	41.8	33.6	63.7

*Nitrogen free extract, **Acid detergent fiber, ***Neutral detergent fiber.

3. Silage 製造

재료를 약 1.5cm 길이로 절단하여 formic acid, caproic acid 및 이들 산을 혼합처리하여 잘 섞은 후 두께 0.1mm, 용량 50kg의 농가 보급용 vinyl bag에 잘 다져 넣고 완전히 공기를 배제시킨 후 신속히 밀봉하여 실내에서 60일간 저장하였다.

4. Silage의 好氣的 條件

저장한 vinyl bag silo를 개봉 후 윗부분과 아랫부분을 제거하고 silage를 골고루 혼합하여 지름

25cm, 높이 30cm의 plastic 용기에 옮겨 실온에서 7일 동안 호기적 상태로 저장한 후 호기적 변패에 대한 분석에 이용하였다.

5. 分析方法

Silage의 화학적 분석을 위한 sample은 65℃에서 48시간 건조 후 1mm screen으로 분쇄하여 분석에 사용하였다.

Silage의 일반성분은 A.O.A.C.법(1990)에 준하였고, ADF와 NDF는 Goering과 Van Soest법(1970), pH는

pH-meter로 측정하였으며, ammonia-N는 森本法(1971)으로 분석하였다. 호기적 조건인 7일 동안의 온도변화는 plastic silo의 중앙부위에 온도계를 꽂아 1일 3회(6시간 간격) 측정하였으며, 미생물 분석의 배양조건은 Table 2와 같다.

호기적 상태에서 7일간 저장한 silage의 화학적 조성, 총 질소와 암모니아태 질소 등의 함량변화는 분산분석을 한 후 Duncan's Multiple Range Test(1955)를 이용하여 평균간 유의성을 비교하였다.

Table 2. The selective media and culturing for the enumeration of microbial organisms

Microorganisms selected	Used media	Culturing condition
Total bacteria	Total plate counter agar	35°C for 24 hrs.
Yeast & Mould	YM agar*	25°C for 96 hrs.

*Wickerham's Yeast-malt agar(YM agar): peptone 5 g, yeast extract 3 g, malt extract 3 g, glucose 10 g, agar 20 g, tap water 1,000 ml (pH 4.0 with lactic acid).

Ⅲ. 結果 및 考察

1. 化學的 組成

출수 직전인 reed canarygrass에 formic acid, caproic acid 및 혼합액을 수준별로 첨가하여 제조한 silage를 개봉 직후와 7일간 호기적 상태로 저장한 silage의 화학적 조성을 분석한 결과는 Table 3과 같다.

개봉 직후의 수분함량은 대조구에서 81%로 가장 높았으며 산을 첨가함으로써 감소하였다. 이와 같은 결과는 Baxter 등(1980)은 alfalfa에 formic acid를 첨가한 결과 silage의 수분함량은 증가하였다고 보고하였으나 高 등(1986)은 orchardgrass에 formic acid와 농후 사료를 첨가한 결과 silage의 수분함량은 감소한다고 하였다. 이와 같은 현상은 첨가제에 의한 차이라고도 생각되며 또한 formic acid와 caproic acid를 첨가함으로써 silage의 발효가 충분히 진행되지 못한 결과라고 사료된다.

그러나 개봉하여 7일간 호기적 상태로 저장하였을 경우는 대조구나 산 첨가구에 있어서 모두 수분함량이 감소하였다. 이것은 호기적 변화 및 공기중으로 수분이 증발하였기 때문이다.

조단백질 함량은 대조구가 15~16%로서 산 첨가구에 비하여 낮았으며, 산 첨가구는 18~20%로서 서로 간에는 차이가 없었으나 대조구에 비하여 2~5% 정도 높게 나타났다($P<0.01$). 또한 silage를 7일간 호기적 상태로 보관하였을 때도 개봉직후와 같이 별다른 변

화가 없었다. 이와 같은 현상은 reed canarygrass를 재료로 한 silage의 경우 산 첨가구가 단백질 보호에 좋은 역할을 하였으며, 또한 7일 정도의 보존기간에는 단백질 함량에 변화를 미치지 않는 것으로 생각된다.

조지방과 조섬유 함량은 formic acid 1.2%와 caproic acid 0.6% 및 1.2%를 혼합하여 첨가한 구에서는 대조구나 그의 다른 첨가구에 비하여 현저히 낮게 나타났다($P<0.01$).

조회분 함량은 개봉직후보다 호기적 상태로 7일간 저장한 silage가 산을 첨가하지 않은 것이나 첨가한 경우 모두 높은 것으로 나타났다. 이것은 수분함량과 관계가 있는 것으로 호기적 상태에서 발열과 분해 등에 의한 유기물질의 손실에 의한 결과로 간주된다.

개봉 직후의 ADF 함량은 대조구와 formic acid 0.6% 첨가구에서 공히 40%로서 높았다($P<0.01$). 그러나 NDF 함량은 모든 처리구에서 유의적인 차이는 없었다.

한편 개봉 7일째의 ADF 함량은 대조구에서 39%로 가장 높았으며 혼합 첨가를 하므로써 유의적으로 낮게 나타났다($P<0.01$). NDF 함량은 formic acid 1.2% 첨가시 77%로 유의적으로 높게 나타났으나($P<0.01$) 타 첨가구에서는 유의적인 차가 없었다.

전체적으로 볼 때 개봉 직후와 개봉 7일째의 silage의 화학적 조성을 비교하면 큰 변화는 나타나지 않았다고 생각된다. Fujita 등(1980)은 orchardgrass와 clover를 혼합한 silage 시험에서 대조구 silage와 변패된 silage는 화학적 조성에서 큰 차이가 없다고 하였

Table 3. Effects of chemical composition as silage additive on various nutrients of reed canarygrass silage during 7 days of exposure periods*

Treatments			Moisture (%)	Nutrients (DM basis, %)						
Formic acid	Caproic acid	Exposure period, days		Crude protein	Ether extract	Crude fiber	Crude ash	NFE	ADF	NDF
Control		0	81.1	16.2 ^{cd}	6.8 ^{ab}	20.0 ^a	10.8 ^{bc}	37.2 ^a	39.2 ^a	60.4 ^b
		7	80.2	15.6 ^d	6.3 ^{abc}	28.4 ^{ab}	11.2 ^{ab}	38.5 ^a	39.9 ^a	61.6 ^b
-	0.6%	0	79.9	18.2 ^{abc}	7.4 ^a	25.7 ^{cde}	9.8 ^d	38.9 ^{ab}	37.2 ^{cd}	74.8 ^{ab}
		7	78.7	18.5 ^{abc}	5.9 ^{bcd}	27.7 ^{abc}	10.5 ^{cd}	37.4 ^c	37.2 ^{cd}	62.3 ^b
-	1.2	0	79.1	19.8 ^{ab}	7.2 ^a	25.8 ^{cde}	9.8 ^d	37.4 ^c	36.2 ^{de}	59.7 ^b
		7	78.7	20.2 ^a	5.8 ^{bcd}	26.2 ^{cde}	10.5 ^{cd}	37.4 ^c	36.2 ^{de}	59.3 ^b
0.6	-	0	80.1	17.8 ^{bc}	6.4 ^{abc}	27.6 ^{abc}	10.5 ^{cd}	37.8 ^c	37.4 ^{bc}	61.3 ^b
		7	80.0	20.3 ^a	6.1 ^{bcd}	29.4 ^a	11.4 ^a	32.7 ^{de}	39.6 ^a	63.2 ^b
0.6	0.6	0	80.5	18.6 ^{abc}	6.0 ^{bcd}	27.4 ^{abc}	10.0 ^d	38.0 ^{bc}	38.6 ^{ab}	63.5 ^b
		7	79.6	19.1 ^{ab}	5.6 ^{cde}	27.7 ^{abc}	10.7 ^{bc}	37.6 ^{cd}	36.0 ^{de}	61.9 ^b
0.6	1.2	0	80.9	20.2 ^a	5.5 ^{cde}	26.4 ^{bcd}	9.9 ^d	38.1 ^{bc}	36.0 ^{de}	60.9 ^b
		7	78.9	19.9 ^{ab}	5.5 ^{cde}	26.3 ^{bcd}	10.7 ^{bc}	37.7 ^{cd}	35.8 ^e	60.8 ^b
1.2	-	0	80.8	19.1 ^{ab}	6.1 ^{bcd}	25.7 ^{cde}	10.3 ^{cd}	38.6 ^{ab}	35.4 ^e	77.2 ^a
		7	80.7	20.5 ^a	5.8 ^{bcd}	28.9 ^a	11.7 ^a	33.1 ^{de}	38.8 ^{ab}	63.0 ^b
1.2	0.6	0	78.9	19.5 ^{ab}	4.9 ^c	25.5 ^{de}	9.9 ^d	40.2 ^a	35.2 ^c	61.4 ^b
		7	77.9	19.7 ^{ab}	4.6 ^c	26.1 ^{cde}	10.7 ^{bc}	38.9 ^{ab}	35.2 ^c	61.9 ^b
1.2	1.2	0	78.7	19.4 ^{ab}	5.2 ^{de}	25.4 ^c	10.4 ^d	40.1 ^d	35.6 ^a	59.5 ^b
		7	77.8	19.7 ^{ab}	4.6 ^c	25.9 ^{cde}	10.1 ^d	40.4 ^a	35.6 ^a	59.2 ^b

*Data followed by the same letter in each column not significantly different at 1% levels based on Duncan's Multiple Range Test(P>0.01).

다. 따라서 silage의 호기적 변패에 대한 정도는 일반 화학적인 성분으로 명확한 판정을 하기에는 곤란하다고 사료된다.

2. 溫度 變化

호기적 상태로 7일 동안 저장한 silage 내부의 온도 변화를 관찰한 결과는 Fig. 1과 같다.

환경온도는 22.9~26.5℃였으며, 대조구에서는 개봉 1~2일에 온도가 상승해서 개봉 3일에 최고온도인 32.2℃에 도달하였으며 그 이후는 계속 감소하는 경향이였다. 또한 formic acid 첨가시는 개봉 2일과 3일에 최고온도가 32.2℃와 34.4℃에 도달했으며 대조구

보다도 최고온도가 약 2℃ 높았다. Ohyama와 Hara (1979)는 옥수수에 formic acid와 HCl을 첨가한 시험에서 대조구는 개봉 1~2일에 온도가 상승하기 시작하여 개봉 3일에 최고온도인 40℃에 도달하였다고 하였으며, Moon 등(1980)은 밀 silage 시험에서 개봉 3일째에 37℃까지 상승하였다고 보고하였다. 따라서 formic acid의 첨가는 silage의 제조 후 초기단계의 발효에 관여하기 때문에 silo 개봉 후 변패속도가 급속하게 진행되어서 나타나는 현상으로 사료된다.

한편 caproic acid 첨가시는 개봉 2~3일과 5~6일에 약간의 온도상승은 있으나 대조구와 formic acid 첨가구 보다는 안정되었다. Ohyama 등(1979)은 caproic

acid를 첨가한 silage의 변패시험에서 첫번째 최고 온도상승은 silo 개봉 2~3일 이었으며, 두번째 최고온도는 개봉 4~5일에 나타난다고 하였다. 그러나 본 연구에서는 낮은 첨가수준의 혼합 첨가구에서는 개봉 5일 이후에 약간의 온도상승은 있으나 수준을 높인 혼합 첨가구(1.2%+1.2%)에서는 개봉 7일 동안에도 안정되는 경향이였다. 따라서 첨가량이 낮은 수준에서

는 개봉 5일 이후의 온도상승은 mould의 증식으로 인한 온도 상승으로 호기적 변패가 계속 진행되는 과정이라고 생각된다. 그리고 첨가량의 수준을 높인 혼합 첨가구(1.2%+1.2%)에서는 오히려 개봉 4일 이후 약간의 온도 감소현상이 나타난 바, 이는 formic acid의 효과라기 보다는 caproic acid의 영향이 크게 나타난 것으로 생각된다.

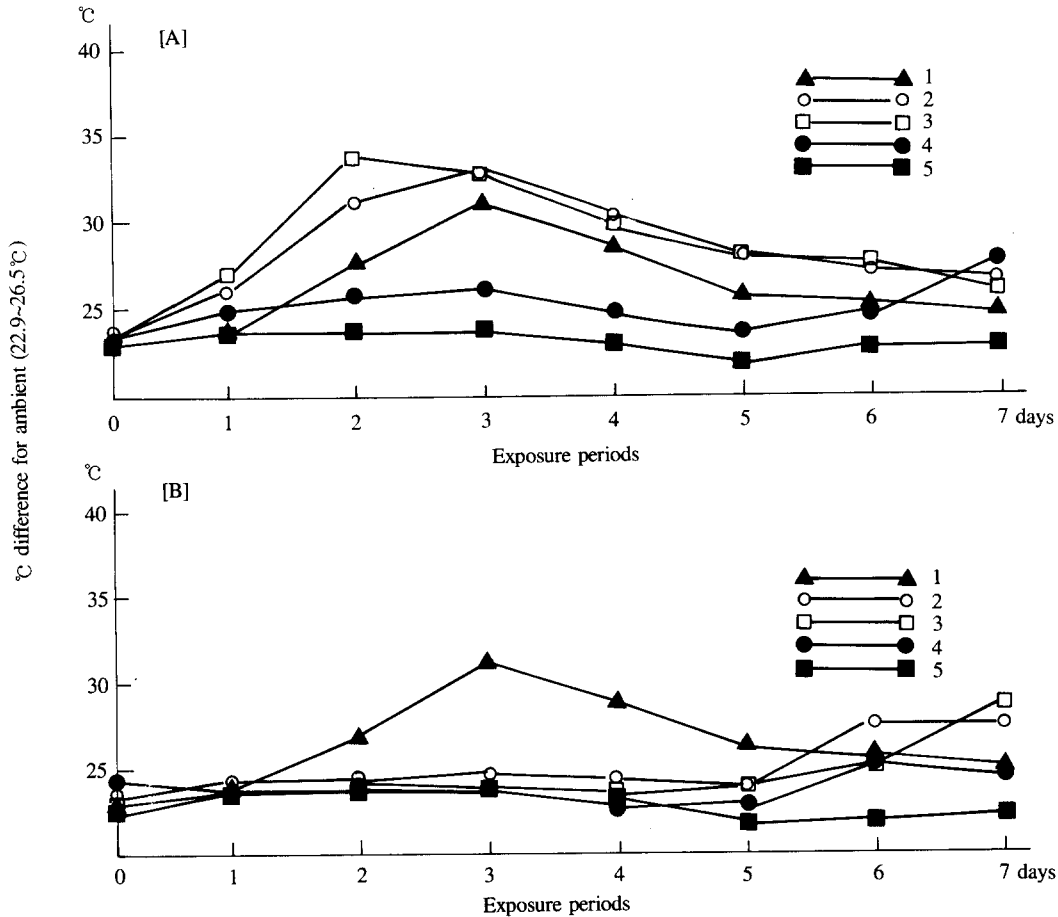


Fig. 1. Changes in temperature of silages during aerobic exposure 7 days

[A] 1: Control, 2: Formic acid 0.6%, 3: Formic acid 1.2%, 4: Caproic acid 0.6%, 5: Caproic acid 1.2%.
 [B] 1: Control, 2: Formic acid 0.6% + Caproic acid 0.6%, 3: Formic acid 0.6% + Caproic acid 1.2%,
 4: Formic acid 1.2% + Caproic acid 0.6%, 5: Formic acid 1.2% + Caproic acid 1.2%.

3. pH 變化

Silage를 호기적 상태에서 7일 동안 보관하면서 pH를 조사한 결과는 Fig. 2와 같다.

대조구를 포함한 formic acid 첨가구에서는 개봉 직후 pH가 급격히 상승하였으며, 온도상승과 더불어

강한 변패를 나타내었다. 이는 高 등(1986)이 orchardgrass에 formic acid와 농후사료를 첨가한 시험과, 朴 등(1984)이 보리에 formic acid를 첨가하여 제조한 silage는 호기적 상태가 진행될수록 pH는 급격히 상승한다고 보고하였다.

한편 caproic acid 첨가구에서는 개봉 2일 이후 pH가 감소하는 경향이였다. Ohyama 등(1979)은 caproic acid와 HCl 첨가 시험에서 개봉 7일 후에는 pH가 4.27에서 3.08로 낮아진다고 하였다. 따라서 본 연구에서는 caproic acid 0.6% 첨가구가 formic acid 1.2% 첨가구보다 초기 pH는 높으나 개봉 7일째의 pH

는 4.82로서 formic acid 1.2% 첨가구의 7.31 보다 매우 낮으며, 이러한 경향은 caproic acid를 첨가한 모든 구에서 같은 결과였다. 그러므로 caproic acid는 pH를 감소시켜 호기적 변패를 방지하는데 매우 효과적인 첨가제라고 할 수 있다.

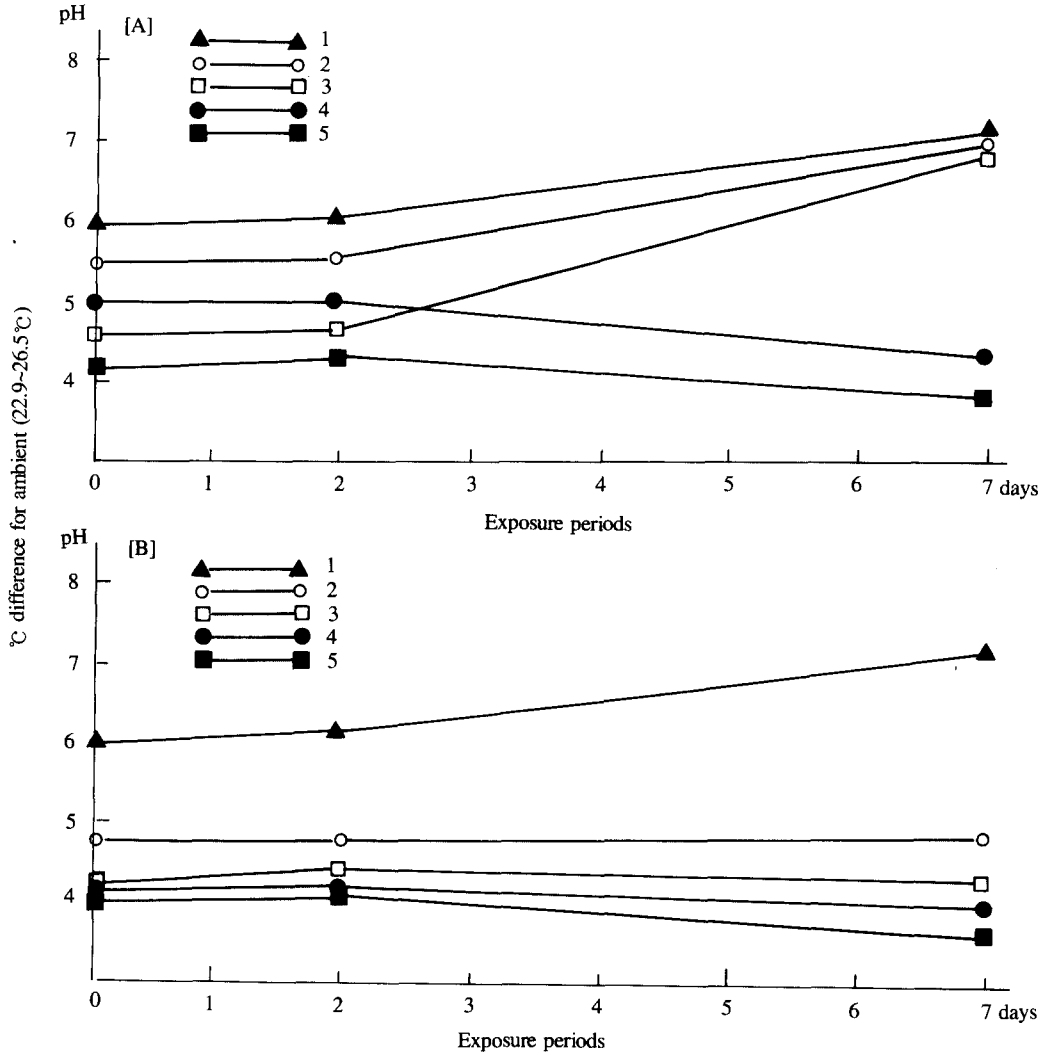


Fig. 2. Changes in temperature of silages during aerobic exposure 7 days

[A] 1: Control, 2: Formic acid 0.6%, 3: Formic acid 1.2%, 4: Caproic acid 0.6%, 5: Caproic acid 1.2%.
 [B] 1: Control, 2: Formic acid 0.6% + Caproic acid 0.6%, 3: Formic acid 0.6% + Caproic acid 1.2%,
 4: Formic acid 1.2% + Caproic acid 0.6%, 5: Formic acid 1.2% + Caproic acid 1.2%.

4. 窒素含量 變化

Silo의 개봉직후와 7일간 호기적 상태로 저장하였을 때 silage의 총 질소와 암모니아태 질소 함량의

변화를 측정된 결과는 Table 4와 같다.

총 질소 함량은 개봉 직후에는 모든 처리구에서 비슷하였으나 개봉 7일후에는 대조구가 660 mg으로서

가장 높으며, formic acid와 caproic acid를 처리함으로써 유의적으로 감소하는 경향이였다($P < 0.01$). 이와 같은 결과는 formic acid와 caproic acid를 혼합하여 첨가량을 높이면 효과가 현저하였다. 이는

Crawshaw 등(1980)이 perennial ryegrass에 formic acid와 caproic acid를 처리한 시험에서 대조구에 비하여 산을 첨가함으로써 총 질소 함량이 낮아진다는 보고와 일치한다.

Table 4. Effects of formic acid and caproic acids on total N, and $\text{NH}_3\text{-N}$ contents of reed canarygrass silage during 7 days of exposure periods (mg /100 g silage, wet basis)*

Treatments		Total N		$\text{NH}_3\text{-N}$		$\text{NH}_3\text{-N}/\text{Total N} \times 100$	
Formic acid	Caproic acid	0	7	0	7	0	7
Control		641.5 ^a	660.3 ^a	127.5 ^a	144.8 ^a	19.9 ^a	22.5 ^a
-	0.6%	609.9 ^{bc}	632.9 ^{bc}	75.2 ^c	73.5 ^d	12.3 ^c	11.8 ^d
-	1.2	618.8 ^b	618.9 ^{bc}	46.1 ^e	46.5 ^e	7.5 ^e	7.5 ^e
0.6	-	611.9 ^{bc}	610.4 ^c	98.8 ^b	127.5 ^b	16.2 ^b	20.9 ^b
0.6	0.6	584.1 ^d	632.6 ^{bc}	55.5 ^d	70.3 ^d	9.6 ^d	11.1 ^d
0.6	1.2	602.2 ^c	656.3 ^a	38.2 ^f	50.2 ^c	6.3 ^f	7.7 ^e
1.2	-	633.1 ^a	632.9 ^{bc}	48.4 ^e	115.6 ^c	7.7 ^e	18.3 ^c
1.2	0.6	608.3 ^{bc}	607.2 ^c	31.2 ^g	44.9 ^c	5.1 ^g	7.4 ^e
1.2	1.2	619.4 ^b	647.5 ^{ab}	21.5 ^h	29.1 ^f	3.5 ^h	4.5 ^f

*Date followed by the same letter in each column not significantly different at 1% levels based on Duncan's Multiple Range Test ($P > 0.01$).

한편 암모니아태 질소 함량과 총 질소에 대한 암모니아태 질소 함량의 비율은 공히 대조구가 가장 높았으며 호기적 상태가 진행될수록 증가하였으나 산을 첨가함으로써 감소하는 경향이였다($P < 0.01$). 특히 formic acid와 caproic acid를 1.2%씩 혼합하여 첨가한 것이 암모니아태 질소 함량이 29mg이었으며 총 질소에 대한 백분율도 4.5%였다. Fujita 등(1980)은 orchardgrass에 clover를 혼합하여 제조한 silage의 변패 시험에서 변패된 silage는 대조구 silage보다 암모니아태 질소와 총 질소에 대한 암모니아태 질소 함량의 비율이 증가한다고 하였으며, Lindgren 등(1983; 1985)은 균 접종과 formic acid 및 분쇄알곡 첨가 시험에서 대조구 보다는 formic acid 첨가구와 formic acid에 분쇄알곡을 혼합 첨가한 구에서 총 질소 함량에 대한 암모니아태 질소의 비율이 감소한다고 하였다.

따라서 본 연구의 결과 모든 시험구에서 산의 첨가 수준을 높일수록 formic acid 첨가구, caproic acid 첨가구 및 혼합 첨가구 순으로 암모니아태 질소함량은 유의적으로 적게 생성되었다($P < 0.01$). 즉, silage의 품질

을 나타내는 총 질소에 대한 암모니아태 질소함량의 비율을 살펴보면 혼합 첨가(1.2%+1.2%)를 하면 호기적 상태로 7일 동안 두어도 silage의 품질에는 변화가 없으며 호기적 변패에 대해서도 안정되었다고 사료된다.

5. 微生物變化

Silage 개봉 직후와 7일 동안의 호기적 상태에서 저장한 silage의 total bacteria, mould 및 yeast의 변화를 조사한 결과는 Table 5와 같다.

개봉 직후의 silage에 있는 bacteria는 대조구를 포함한 모든 처리구에서 $10^5 \sim 10^7$ 개로 mould와 yeast 보다 많았다.

호기적 상태로 7일간 저장하였을 경우 bacteria는 caproic acid 1.2%구와 혼합 첨가구(1.2%+1.2%)에서 10^8 개 수준으로 생성되었으나 그 이외의 모든 구에서는 $10^{10} \sim 10^{12}$ 개로 많이 생성되었으며, yeast는 $10^7 \sim 10^{11}$ 개로서 bacteria와 yeast가 많이 생성되었으나 mould는 모든 처리구에서 $10^5 \sim 10^8$ 개가 생성되어 산 처리에 관

제없이 안정되었다. 이와 같은 결과에서 Pahlow (1982)는 목초 silage의 경우 yeast는 호기적 변패의 초기 단계에 관여하며, mould는 호기적 변패의 두번째 단계에서 나타난다(Barry 등, 1980)고 하였으나,

Woolford와 Cook(1978)는 옥수수 silage에서는 bacteria가 호기적 변패에 크게 작용한다고 하였다. 또한 Lindgren 등(1985)은 silage의 호기적 변패는 bacteria와 mould에 의해서 크게 좌우된다고 하였다.

Table 5. Effect of formic acid and caproic acids in aerobic bacteria, yeast and mould of reed canarygrass silage during 7 days of exposure periods (Log cells /g, wet basis)

Treatments		bacteria		Mould		Yeast	
Formic acid	Caproic acid	0	7	0	7	0	7
Control		7.26	11.59	2.04	6.81	5.51	11.53
-	0.6%	7.34	11.23	2.15	6.23	6.28	10.49
-	1.2	5.76	8.61	2.95	5.70	4.95	8.48
0.6	-	7.15	12.90	2.48	8.76	5.88	11.32
0.6	0.6	7.51	10.65	2.70	6.00	3.73	9.26
0.6	1.2	6.64	10.30	2.60	7.30	6.48	10.94
1.2	-	7.11	11.68	3.48	7.40	6.23	11.83
1.2	0.6	7.81	10.08	2.48	6.95	6.30	9.95
1.2	1.2	7.43	8.34	4.00	5.00	5.48	7.20

그러나 본 연구의 결과 호기적 상태로 7일간 저장한 경우 caproic acid 1.2% 첨가구와 혼합 첨가구(1.2%+1.2%)에서는 타 첨가구에 비하여 bacteria, mould 및 yeast의 억제효과가 있었으며, 특히 혼합 첨가구(1.2%+1.2%)에서는 mould가 개봉 직후 10^4 이나 7일 동안의 호기적 조건에서도 10^5 개로서 안정되어 타 첨가구에 비하여 효과가 높게 나타났다.

Bacteria의 수는 개봉직후에는 큰 차이가 없었으나 7일간 저장한 silage는 caproic acid를 첨가한 것이 생성을 크게 억제하였으며, mould와 yeast의 수는 개봉 직후에 비하여 7일간 호기적 상태로 두었을 때 크게 증가하였으나 모두 caproic acid의 효과가 크게 나타났다.

따라서 본 시험에서는 silage의 품질이나 7일간의 호기적 변화를 막는 데는 caproic acid나 formic acid와 caproic acid를 혼용하여 이용하는 것이 좋은 방법이라 생각한다.

전체적으로는 bacteria가 많이 생성되었으며, 호기적 상태로 7일간 저장한 silage의 경우 대조구와 form-

ic acid 첨가구에서 초기의 온도상승 및 pH의 증가와 더불어 모두 심한 변패를 가져왔으며 mould의 생성도 약간 있었으나 yeast의 생성이 상대적으로 많았기 때문에 호기적 변패의 초기단계에서는 bacteria가 관여 하였으며, 후기단계에서는 bacteria와 yeast가 협동적으로 호기적 변패에 관여한 것으로 생각된다. 특히 caproic acid의 첨가는 mould의 억제에 큰 효과가 있는 것으로 생각된다.

IV. 摘 要

본 시험은 reed canarygrass silage의 품질을 향상시키고 호기적 변패를 방지시킬 목적으로 재료를 약 1.5cm 길이로 절단하여 formic acid, caproic acid 및 두 가지 산을 혼합하여 첨가한 silage를 9개의 처리구로 나누어 실험용 silo에 제조하였으며, silage의 품질분석을 위해서 두께 0.1mm, 용량 50kg의 vinyl bag을 이용하였다. 또한 호기적 상태에서의 온도 변화, 질소 함량 변화 및 변패방지를 위한 silage의 안정성 시험

은 지름 25cm × 높이 30cm의 plastic 용기를 이용하여 개봉 직후와 7일간의 호기적 조건에서 실시한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. Silage의 화학적 조성에서 개봉 직후의 조단백질과 NFE 함량은 formic acid와 caproic acid를 혼합 첨가함으로써 높았으며($P < 0.01$), 7일간의 호기적 상태에서는 혼합 첨가를 함으로서 조섬유와 ADF 함량이 낮게 나타났다($P < 0.01$).

2. Silage의 온도변화는 formic acid를 첨가함으로써 개봉 2일에 최고온도(34.4°C)에 도달했으며, caproic acid의 첨가와 formic acid + caproic acid의 혼합 첨가를 함으로서 온도상승을 방지할 수 있었다.

3. 호기적 상태에서 silage의 pH 변화는 formic acid를 첨가할 경우에는 효과가 없었으나, caproic acid를 첨가함으로써 silage의 pH는 안정되었다.

4. 총 질소에 대한 암모니아태 질소의 함량비율은 formic acid 첨가구 > caproic acid 첨가구 > 혼합 첨가구 순으로 유의적으로 나타났다($P < 0.01$).

5. Caproic acid 1.2% 첨가와 formic acid의 혼합 첨가(1.2%+1.2%)를 함으로서 mould의 성장을 억제하는 효과가 크게 나타났다.

V. 引用文獻

1. A.O.A.C. 1990. Official methods of analysis. Association of Official Agricultural Chemist Washington, D. C.
2. Barry, T.N., M.E. Menna, P.R. Webb and J.N. Parle. 1980. Some observations on aerobic deterioration in untreated silage and in silages made with formaldehyde-containing additives. *J. Sci. Food Agric.* 31:133-146.
3. Baxter, H.D., M.J. Montgomery and J.R. Owen. 1980. Formic acid treatment of wheat and corn silages. *J. Dairy Sci.* 63:1291-1298.
4. Beak, T. and F. Gross. 1964. Ursachen der unterschiedlichen Habarkeit von Gaerfutter. *Das Wirtschaftseigene Futter.* 10:298-312.
5. Bittman, S., J. Waddington, B.E. Coulman and S.G. Bonin. 1981. *Agtic. Can. Publ.* 805.
6. Crawshaw, R., D.M. Thome and R.H. Llewelyn. 1980. The effect of formic acid and propionic acid on the aerobic deterioration of grass silage in laboratory units. *J. Sci. Food Agric.* 31:685-694.
7. Davis, L.E., G.C. Marten and R.M. Jordan. 1967. Applicability of chromogen and nitrogen as internal indicators of forage digestibility. *Agron. J.* 59:544-546.
8. Duncan, D.B. 1955. Multiple range and mutiple F-test. *Biometrics.* 11:1-7.
9. Fujita, H., S. Matsuoka, J. Takahasih, A. Fukazawa and K. Takase. 1980. Effect of aerobic deterioration on the nutritive value of grass silage. *Jap. J. Zootech. Sci.* 51(7):511-518.
10. Goering, H.K. and P.T. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. *Agr. Handbook.* 397. A.R.S. USDA, Beltsville.
11. Lindgren, S., P. Lingvall, A. Kaspersson, A. Kartzow and E. Rydberg. 1983. Effect of inoculants, grain and formic acid on silage fermentation. *Sewdish J. Agric. Res.* 13:91-100.
12. Lindgren, S., K. Pettersson, A. Kaspersson, A. Jons-son and P. Lindgvall. 1983. Microbial dynamics during aerobic deterioration of silage. *J. Sci. Food Agric.* 36:765-774.
13. Marten, G.C. and A.W. Hovin. 1980. Harvest schedual, persistence, jield, and quality interaction among four perennial grass. *Agron. J.* 72:378-387.
14. McDonald, P. and A.R. Henderson. 1974. The use of fatty acids as grass silage additives. *J. Sci. Food Agric.* 25:791-795.
15. Moon, N.J., L.O. Ely and E.M. Sudweek. 1980. Aerobic deterioration of wheat, lucerne and maize silage prepared with lactobacillus acidophillus and a candida spp. *J. Appl. J. Bact.* 49:75-87.
16. O'Donovan, P.B., R.F. Barnes, M.P. Plumlee, G.O. Mott and L.V. Packett. 1967. Ad libitum intake and digestibility of selected reed canarygrass. *J. Anim. Sci.* 26:1144-1152.
17. Ohyama, Y. and S. Hara. 1979. The effectiveness of two additives in preventing aerobic deterioration of maize silages after opening silo. *Jap. J. Zootech. Sci.* 50(3):182-188.
18. Ohyama, Y., S. Hara and S. Masaki. 1977. The use

- of caproic acid to prevent aerobic deterioration of silage after opening, with special reference to the amounts and time of application. *J. Sci. Food Agric.* 28:369-374.
19. Ohyama, Y., S. Hara and S. Masaki. 1979. The influence of hydrolic acid on the effect of caproic acid in preventing aerobic deterioration of silages. *J. Sci. Food Agric.* 30:107-111.
 20. Ohyama, Y. and P. McDonald. 1975. The effect of some additives on aerobic deterioration of silage. *J. Sci. Food Agric.* 26:941-948.
 21. Pahlow, G. 1982. Verbesserung der aeroben Stabilitaet von Silage durch Impfaparat. *Das Wirtschaftseigene Futter.* 28:107-122.
 22. Woolford, M.K. and J.E. Cook. 1978. A note on the effect on the aerobic deterioration of maize silage on the manipulation of the microflora by means of antibiotics. *Anim. Feed Sci. Technol.* 3:89-94.
 23. 森本 宏. 1971. 動物營養試驗法. 養賢堂. pp. 319-322.
 24. 高永柱, 文泳植, 柳永佑. 1986. Formic acid 및 濃厚飼料 添加가 silage의 品質에 미치는 影響. *韓畜誌.* 28(1):27-32.
 25. 朴南培, 郭鍾溙, 高永柱. 1984. Formic acid 添加가 보리의 生育 段階別 silage 品質에 미치는 影響. *韓畜誌.* 4(3):214-219.