

# Silage의 品質과 好氣的 變敗에 대한 propionic acid와 豫乾의 效果

## I. Silage의 品質에 미치는 影響

高永杜 · 金斗煥 · 宋瑛敏\*

# Quality and Aerobic Deterioration of Italian Ryegrass Silage Prepared with Propionic Acid and Wilting

## I. Fermentation characteristics of the silage

Y. D. Ko, D. H. Kim and Y. M. Song\*

### Summary

This experiment was conducted to investigate the effects of propionic acid and wilting on fermentation quality of Italian ryegrass silage. Grass material was wilted for a day before ensiling and propionic acid(0, 0.2, 0.5 and 0.8 % of fresh matter) was applicated at ensiling time. Chemical composition, fermentation acids, pH, microbial population and distribution of the nitrogen contents were evaluated. The results obtained are summarized as follows:

1. The contents of dry matter and water soluble carbohydrate in the silage were increased by wilting, and crude fibre, NDF and ADF were decreased with increasing propionic acid levels.
2. The pH values of the silage increased by increasing DM content, but decreased with increasing propionic acid levels. Lactic acid content lowed in wilted silage, and acetic acid and butyric acid formation were decreased with increasing propionic acid levels.
3. Total nitrogen content in the silage was increased( $p < .05$ ) by addition of propionic acid and wilting, and was the highest in the prewilting-0.8 % propionic acid applicated silage. The production of  $\text{NH}_3\text{-N}$  was decreased with propionic acid and was the lowest in the 0.8 % treated silage.
4. The number of total bacteria and yeasts were estimated  $10^6 \sim 10^7$ ,  $10^2 \sim 10^3$  respectively. Moulds number were decreased with increasing propionic acid levels.

### I. 緒 論

Silage는 다즙질의 醱酵飼料로 반추가축의 粗飼料로서 건초와 더불어 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 양질 silage의 제조와 이용은 축산물 생산의 경제성 측면에서 많은 관심과 연구의 대상이 되어 왔다.

Italian ryegrass는 세계적으로 널리 재배되고 있는 초종으로 건초, 방목, silage 등으로 이용되고 있으며, 우리나라에서는 畜糞作 飼料作物로 남부 및 해안지대에서 좋은 재배성적을 보이고 있는데, 풀이 많이 생산되는 시기가 비가 자주 오는 시기이고, 또한 달리작으로 재배하였을 경우 일시에 많은 량이 수확되

므로 저장하여 이용하여야 한다. 따라서 영양손실이 적은 silage를 제조하여 이용하는 것이 바람직하다.

양질 silage의 제조를 위한 가장 중요한 요인은 발효과정에서의 완전한 혐기상태의 유지와 乳酸醱酵을 유도하여 저장중의 손실을 최소한으로 줄이는 데 있다. 양질 silage를 제조하려면 여러가지 요인이 있으나 그중에서도 크게 영향을 미치는 水分含量은 재료속의 영양성분의 농축과 삼투압에 영향을 주며 미생물 발효에도 대단히 중요한 요인으로, 일반적으로 豫乾을 함으로서 영양소의 손실을 줄이고, 불필요한 미생물의 발육이나 식물체의 호흡, 탄수화물의 파괴와 같은 silage 발효에 부정적인 요인들이 제거된다.

慶尙大學校 畜産學科(Department of Animal Science, Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea)

\*晉州農林 專門大學(Chinju National Agricultural & Forestry Technical College, Chinju 660-280, Korea).

한편, silage 添加劑의 사용에 의한 silage 의 품질 개선에 관한 많은 연구가 진행되어 왔는데, propionic acid 는 grass silage, legume silage, haylage 의 발효를 조절하는 효과가 있으며, 암모니아태 질소의 생성을 억제하고 온도를 낮추고 유산균 생성을 자극한다(Yu Yu 와 Thomas, 1976; Daniel 등, 1970)고 하였다. 또한 Huber 등(1976)은 propionic acid 처리한 옥수수 silage 의 건물섭취량이 증가하였다고 보고하였으며, Woolford 등(1975)은 propionic acid 는 antimycotic agent 로 최적이라고 하여 silage 의 발효는 물론 개봉 이후에 일어나는 好氣의 變敗의 방지를 위한 効果적인 첨가제라 하였다.

따라서 본시험은 畚裏作으로 재배하여 봄에 수확한 Italian ryegrass 를 silage 로 이용하고자 할때, propionic acid 와 豫乾이 silage 의 醱酵品質에 미치는 效果를 究明하기 위하여 실시하였다.

## II. 材料 및 方法

### 1. Silage 材料

본시험에 이용된 재료는 Italian ryegrass 로서 10월 8일 파종하여 이듬해 4월 22일 예취한 1번초였으며, 化學的 組成은 Table 1 과 같다.

Propionic acid 는 순도 99%의 것을 사용하였으며, 생초중량 ton 당 liter 수준으로 처리하였다.

### 2. Silage 製造

Propionic acid 와 예건이 Italian ryegrass silage 의 발효품질에 미치는 영향을 조사하기 위하여, 재료를 예취직후와 하루동안 예건을 시켜 건물함량을 조절하였고, propionic acid 를 생초중량비로 무처리, 0.2, 0.5 및 0.8% 수준으로 처리하였다. 재료를 2~3cm 길이로 절단하여 propionic acid 를 뿌린후, 골고루 섞어 70×130cm 크기의 농가보급형 vinyl bag silo 에 충전하고, 답압, 밀봉하여 50일간 실내에서 보관하였다.

## 3. 調査項目 및 分析方法

분석을 위한 시료는 개봉후 잘 섞은 silage 약 100g 을 채취하여 70°C 에서 48시간 동안 건조시켜, 분쇄후 1mm screen 을 통과한 것을 사용하였다. 일반 성분은 AOAC 법(1984), NDF 와 ADF 는 Goering 과 Van Soest(1970) 방법에 의하였다. pH 는 pH meter 로, Total-N 함량은 Kjeldahl method 로, Ammonia-N 함량은 森本(1971)의 방법으로 행하였으며, WSC 는 Anthrone 방법으로 분석하였다. Silage 의 有機酸 함량은 Gas Chromatography 를 사용하여(Masaka 등, 1987) 정량하였으며, silage 의 각종 微生物 菌數 측정을 위해서는 신선한 silage 를 10g 취하여 생리식염수로 십진법으로 희석하여, 선택 배지에 배양한 후 그 수를 계측하였다.

본시험 결과 얻어진 성적은 분신분석과 최소유의차(LSD) 검정을 실시하였다.

## III. 結果 및 考察

### 1. Silage 의 化學的 組成

Propionic acid 와 예건처리한 Italian ryegrass silage 의 化學적 組成은 Table 2 와 같다.

水分含量은 예건과 비예건 다같이 propion 산 처리 수준이 높아질수록 감소하는 경향을 나타내었으며, 예건하여 propion 산을 0.8% 처리한 것이 가장 낮았다( $P < .05$ ). 粗蛋白質 함량은 예건이나 산처리 수준에 따른 큰 차이는 없었으나, 예건 여부에 관계없이 propion 산 0.2% 처리한 것이 가장 낮았다. 粗纖維 함량은 대체로 산처리 수준이 증가할수록 감소되는 경향을 나타내었으며, 예건에 의한 차이는 나타나지 않았으며, 灰分 함량은 예건 또는 산처리 수준간에 일정한 변화를 찾을 수 없었다. NDF 함량은 조섬유함량과 비슷한 경향으로 산처리 수준이 증가할수록 감소되는 경향이었으며, ADF 함량도 비슷하여 예건한 것은 산처리 수준에 따라 감소되는 경향이나 예건하지 않은

Table 1. Chemical composition of Italian ryegrass for silage making (% DM basis).

Dry matter	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	Crude ash	NFE	NDF	ADF	WSC
14.80	11.69	4.94	25.54	9.94	48.88	58.53	32.77	14.43

Table 2. Effects of propionic acid and wilting on chemical composition of Italian ryegrass silage (% DM basis).

Pre treatment	Levels of propionic acid	Moisture wet basis	Crude protein	Crude fiber	Crude ash	NDF	ADF	WSC
Direct cut	0	86.5 <sup>A</sup>	12.1 <sup>B</sup>	30.7 <sup>A</sup>	10.8 <sup>AB</sup>	71.4 <sup>A</sup>	37.6 <sup>B</sup>	3.04 <sup>D</sup>
	0.2	85.3 <sup>AB</sup>	10.6 <sup>CD</sup>	27.6 <sup>B</sup>	10.3 <sup>B</sup>	67.1 <sup>B</sup>	35.7 <sup>C</sup>	3.50 <sup>C</sup>
	0.5	84.4 <sup>B</sup>	11.3 <sup>BC</sup>	28.4 <sup>B</sup>	10.3 <sup>B</sup>	70.5 <sup>A</sup>	35.8 <sup>C</sup>	3.78 <sup>C</sup>
	0.8	84.2 <sup>B</sup>	11.1 <sup>C</sup>	27.4 <sup>B</sup>	10.3 <sup>B</sup>	67.1 <sup>A</sup>	35.8 <sup>C</sup>	5.87 <sup>B</sup>
Wilted	0	68.0 <sup>C</sup>	11.5 <sup>BC</sup>	31.0 <sup>A</sup>	11.0 <sup>A</sup>	67.4 <sup>B</sup>	39.6 <sup>A</sup>	4.89 <sup>D</sup>
	0.2	68.6 <sup>C</sup>	10.9 <sup>C</sup>	29.4 <sup>AB</sup>	11.1 <sup>A</sup>	62.5 <sup>C</sup>	37.8 <sup>B</sup>	5.30 <sup>C</sup>
	0.5	66.9 <sup>CD</sup>	10.9 <sup>C</sup>	28.1 <sup>B</sup>	10.2 <sup>B</sup>	63.8 <sup>BC</sup>	36.5 <sup>BC</sup>	6.34 <sup>AB</sup>
	0.8	65.0 <sup>D</sup>	11.4 <sup>BC</sup>	27.9 <sup>B</sup>	9.8 <sup>B</sup>	61.1 <sup>C</sup>	36.4 <sup>BC</sup>	7.31 <sup>A</sup>

There are no significantly differences between the means with the same letters ( $p < .05$ ) in the same column.

것은 일정한 경향을 보이지 않았다.

WSC 함량은 silage 재료인 Italian ryegrass 가 14.43 % 였으나 silage 로 제조함으로써 1/3 정도로 감소되었는데, 이러한 현상은 목초종의 가용성 탄수화물이 乳酸菌에 의해 이용되어진 것으로 짐작되며 그결과 많은 양의 유산이 생성되어 질이 좋은 silage 가 될 수 있을 것으로 생각된다. 이에 대하여 Morgan 등 (1980)은 수분함량이 많은 재료의 WSC 함량이 높으면 유산균의 활동이 매우 좋아서 pH는 낮아지고 유산함량은 증가되며, 예건을 하면 silage 의 유산함량이 감소하고 pH는 높아진다고 보고하였으며, Elizabeth 등(1976)은 silage 의 WSC 함량에 영향하는

propionic acid 의 효과는 formic acid 만큼 강하지 못하여 유산발효를 억제하는 정도가 미약하여 유산균이 상당한 정도로 자유로이 활동한 결과 silage 의 WSC 함량이 낮아진다고 하여 본시험 결과와 일치하였다.

## 2. pH 및 有機酸

Italian ryegrass silage 제조시 propion 산을 수준별로 예건구와 비예건구에 처리하였을 때 silage 의 pH 와 有機酸含量은 Table 3 과 같다.

Silage 를 개봉하였을 때의 pH는 예건을 하지 않은 것이 전체적으로 낮았으며, 산처리 수준에 의한 차이는 나타나지 않았다. 예건한 것은 4.82~4.96 의

Table 3. Effects of propionic acid and wilting on pH and organic acids of Italian ryegrass silage (% DM basis).

Pre treatment	Levels of propionic acid	pH	Lactic acid	Acetic acid	Butyric acid	Total acid
Direct cut	0	3.97	5.93	1.85	5.70	13.48
	0.2	3.78	6.87	2.04	0.04	9.18
	0.5	3.79	6.98	1.67	0	8.65
	0.8	3.93	3.29	1.27	0	4.56
Wilted	0	4.91	1.38	0.96	7.34	9.68
	0.2	4.96	1.75	0.45	3.34	5.54
	0.5	4.89	1.96	0.36	0.39	2.72
	0.8	4.82	1.88	0.46	0.12	2.46

범위였으며, 예견하지 않은 것은 3.78~3.97의 범위로 총산 생성량과는 부의 관계를 나타내고 있는데, 총산함량이 많은 예견하지 않은 것이 낮은 pH를 나타내었으며, 특히 낙산함량이 많은 것이 높은 pH를 나타내었다. 본시험에서의 pH가에 대하여 Haigh(1987)의 공식( $\text{pH} = 0.00359 \text{ DM(g/kg)} + 3.44$ )에 의하면 예견을 하지 않은 것의 pH값은 우수한 품질로 평가될 수 있으며, 예견한 것도 비교적 양호한 발효가 이루어졌다고 할 수 있다. 예견에 의한 silage의 有機酸 함량과 pH에 대하여 高(1966)는 예견에 의해 수분함량이 감소되면 총산생성량이 감소하고 pH는 높아진다고 보고한 바 있으며, Jackson과 Forbes(1970)는 건물함량이 증가되면 silage의 발효가 위축되어 pH는 높아지고 유산, 초산, 낙산 등의 有機酸 함량은 대체로 낮아진다고 보고하였는데, 이와 같은 결과는 미생물이 발효하는데 적합한 수분함량이 되지 못하여 발효를 억제당하기 때문이라 사료된다.

乳酸含量은 예견한 것이 예견하지 않은 것보다 적었으며 산처리 수준이 증가될수록 많아지다가 propion산 0.8% 첨가는 예견 여부에 관계없이 적게 나타났다. 이러한 현상은 예견을 함으로서 유산생성이 불량해지며, 또한 propion산이 발효과정에 작용하여 미생물활동에 영향을 주었음을 나타내는 것으로 申等(1983)의 호맥과 Italian ryegrass silage의 예견에 대한 시험결과 silage의 유기산함량은 건물함량이 증가됨에 따라 감소하였으나, 총산에 대한 유산의 비율은 증가하였다고 보고한 성적과 본시험 결과와는 비슷한 경향이였다.

醋酸含量은 예견과 비예견의 차이가 크게 나타났는데, 이러한 결과는 예견을 함으로서 silage중 건물함량이 증가하면 초산생성을 감소시킨다고 하는 Labuda(1967)의 보고와 일치된다. 또한 propion산 처리는 초산생성을 억제하여 품질저하를 방지하는 효과가 있다(Woolford, 1975)는 보고와 일치한다.

酪酸含量은 예견하지 않고 담은 silage가 예견한 것보다 그 함량이 낮았으나, 이와 같은 현상은 propionic acid를 첨가하지 않으므로서 심하게 나타난 반면 비예견의 경우 0.2%만 첨가하여도 그 효과가 높게 나타났으며, 0.5%를 첨가하게 되면 전혀 생산되지 않았다. 예견한 경우도 0.5% 이상을 첨가하면 효과가 크게 인정되었다. 이러한 결과는 Wing등(1979)이 alfalfa haylage에 propion산을 처리하면 낙산함량이

감소되고 미생물 발효억제 효과가 있다고 한 보고와, Crawshaw등(1980)이 perennial ryegrass를 재료로 한 silage에 formic acid와 propionic acid를 처리하였을 때의 유기산함량 변화에 대한 보고와도 비슷한 경향을 나타내었다.

따라서 propionic acid는 silage의 발효과정에 영향하여 미생물의 활동을 억제하고 불량발효를 방지하는 효과가 있는 것으로 생각되며, silage재료의 수분함량이 높은 경우 그 효과는 더욱 커지는 것으로 생각된다.

### 3. Silage의 窒素含量

Silage의 품질에 관계되는 총질소, 암모니아태 질소함량은 Table 4에 나타난 바와 같다.

Table 4. Effects of propionic acid and wilting on nitrogen content of Italian ryegrass silage (mg/100g silage, wet basis).

Pre treatment	Levels of propionic acid	Total nitrogen(A)	Ammonia nitrogen(B)	B/A ×100(%)
Direct	0	288.3 <sup>C</sup>	35.3 <sup>BC</sup>	12.2 <sup>A</sup>
	0.2	259.3 <sup>CD</sup>	29.1 <sup>C</sup>	11.4 <sup>AB</sup>
	0.5	294.7 <sup>C</sup>	19.6 <sup>CD</sup>	6.8 <sup>C</sup>
	0.8	282.7 <sup>C</sup>	19.7 <sup>CD</sup>	6.9 <sup>C</sup>
Wilted	0	504.7 <sup>AB</sup>	43.1 <sup>AB</sup>	8.6 <sup>C</sup>
	0.2	453.7 <sup>B</sup>	46.1 <sup>A</sup>	10.2 <sup>B</sup>
	0.5	520.0 <sup>A</sup>	39.2 <sup>B</sup>	7.7 <sup>C</sup>
	0.8	538.3 <sup>A</sup>	37.3 <sup>B</sup>	6.4 <sup>D</sup>

There are no significantly differences between the means with the same letters( $p < .05$ ) in the same column.

總窒素含量은 예견한 것이 비예견에 비하여 월등히 높게 나타났으나( $P < .05$ ), 산처리 수준간에는 일정한 경향을 찾을 수 없었다. 암모니아태 질소함량은 비예견구의 산처리 하지 않은 것을 제외하고는 예견구가 월등히 높게 나타났( $P < .05$ ). Propionic acid 처리 수준간에는 대체로 처리수준이 높아질수록 낮아지는 경향을 나타내었는데 이러한 현상은 propion산이 암모니아 발생을 억제하는 효과가 있다는 것을 의미하고 있다. 이에 대하여 Woolford(1978)는 pH의 증가와 함께 deamination 현상이 일어나고 암모니아 유리현

상이 생겨 암모니아태 질소함량이 증가하게 된다고 보고하였으며, Mann 과 McDonald(1976)는 propionic acid 는 silage 의 발효조절에도 효과적으로 작용하여 암모니아 질소의 생성을 억제한다는 보고와 일치하고 있다.

총질소에 대한 암모니아태 질소함량의 비율은 전 처리구에서 12.2 이하로서 비교적 우수한 성적을 나타내고 있는데, 이것은 Italian ryegrass 가 silage 작물로서 대단히 우수한 사료작물임을 실증하는 것으로 예건이나 산처리를 하지 않아도 양질의 silage 를 제조할 수 있다고 생각된다. 또한 propionic acid 처리로 총질소에 대한 암모니아태 질소함량의 비율이 감소되었으며, 예건에 의한 효과는 뚜렷하게 나타나지 않았다.

따라서 Italian ryegrass 는 silage 작물로서 우수하며, 예건과 propion 산의 처리는 silage 의 발효에 유리한 영향을 주어 품질을 개선시켜 사료가치가 향상될 것으로 생각된다.

#### 4. Silage 의 微生物相

Propionic acid 와 Italian ryegrass 의 미생물상에 미치는 영향은 Table 5 와 같다.

總細菌數는 예건을 함으로서 감소되었으며, 산처리 수준간에는 큰 차이는 없으나 처리수준이 증가될수록 감소되는 경향이었는데, 이러한 현상은 예건과 산처리가 미생물의 성장에 영향을 미친다는 것을 나타낸

Table 5 Effects of propionic acid and wilting of Italian ryegrass silage on the number of total bacteria, yeasts and moulds(Log cells/g fresh silage)

Pre treatment	Levels of propionic acid	Total bacteria	Yeasts	Moulds
Direct cut	0	7.11	2.03	1.94
	0.2	7.13	3.76	1.86
	0.5	7.16	2.26	1.36
	0.8	6.59	1.45	1.04
Wilted	0	6.92	2.89	2.23
	0.2	6.96	2.86	2.15
	0.5	6.11	2.18	1.61
	0.8	6.19	2.20	1.23

것으로 propion 산 처리는 silage 발효에 관여하는 미생물의 활동을 억제하는 것으로 보인다. Yeasts 는 예건 여부에 따른 차이가 없이  $10^2 \sim 10^3$  수준을 유지하였으며 비예건구의 propion 산 0.8% 처리는  $10^1$  수준으로 가장 낮았다.

Moulds 수는 비예건이 예건한 것보다 낮았고, 산 처리수준이 높아질수록 낮아지는 경향을 보여 silage 의 건물함량이 증가되면 곰팡이 발생이 많아졌으나, propionic acid 는 항진균작용이 있어 곰팡이의 성장이 억제되었음을 나타내고 있다.

건물함량에 따른 미생물의 활력에 대하여 Morgan 등(1980)은 재료를 예건함으로써 미생물 활력에 차이를 보이는데, 유산균과 다른 미생물의 활력은 silage 내의 잔류 탄수화물질의 량에 의해 영향을 받는다고 보고하였다.

한편, propionic acid 는 silage 의 발효과정에 영향하여 각종 미생물의 활동을 억제하는 효과를 보이는데, Crawshaw 등(1980)이 propion 산을 처리한 silage 의 bacteria, yeasts, moulds 의 활력에 차이가 있는 것은 산에 의한 항균작용의 차이일 것이라 하였으며, Barry 등(1980)이 sodium propionate 를 0.0, 0.5 및 1.0% 처리하여 moulds 의 성장을 조사한 바 처리수준이 높아지면 moulds 의 성장이 심하게 억제된다고 하여 본시험의 결과와 비슷한 경향을 보였다.

이상의 결과를 종합해 볼때 silage 의 醱酵品質을 향상시키기 위하여 재료의 예건은 효과적인 방법중의 하나이며, propionic acid 의 처리는 발효에 관여하는 미생물의 활력에 영향을 미쳐 불량발효를 억제하는 효과가 있으며 처리 수준은 0.5~0.8%가 적당한 것으로 생각된다. 또한 propionic acid 처리는 수분함량이 높은 비예건 silage 를 제조함으로써 보다 효과적인 것으로 사료된다.

#### IV. 摘 要

Italian ryegrass 를 재료로 하여 예취직후와 하루 동안 豫乾한 후에 propionic acid 를 4 개 수준(0.0, 0.2, 0.5 및 0.8%, w/w)으로 처리하여 silage 를 製造하여 50일간 저장하였다.

Propionic acid 처리와 豫乾이 silage 의 醱酵品質에 미치는 영향을 究明하기 위해 化學的 組成, pH 와 有機酸, 窒素含量 및 微生物相을 조사 분석하였는데

그 결과를 要約하면 다음과 같다.

1. 豫乾을 함으로서 silage 의 건물함량과 WSC 함량은 증가되었으며, propionic acid 처리로 조섬유, NDF, ADF 함량은 감소되는 경향이였다.

2. pH 는 예건구가 높았으며, propionic acid 처리 수준이 높을수록 낮아졌다. 예건을 함으로서 유산생성이 적어졌으며, propionic acid 처리수준이 높아질수록 초산함량과 낙산함량이 감소되었다.

3. 總窒素 함량은 예건과 propionic acid 처리로 증가되었으며( $P < .05$ ), 예건구의 propionic acid 0.8% 처리한 것이 가장 많았다. 총질소에 대한 암모니아 질소의 비율로 본 silage 품질은 전처리구에서 양호한 발효상태였으며, propionic acid 처리수준이 높아질수록 좋아졌다( $P < .05$ ).

4. Silage 의 總菌數와 yeasts 는 큰 차이가 없이 각각  $10^6 \sim 10^7$ ,  $10^2 \sim 10^3$  수준이었으며, propionic acid 처리 수준이 높을수록 moulds 수는 감소되었다.

## V. 引用文獻

1. A. O. A. C. 1984. Association of official analytical chemist. Official methods of analysis. 14th ed. Washington D. C.
2. Crawshaw, R., M. T. David and R. H. Lliewelyn. 1980. The effects of formic and propionic acids on the aerobic deterioration of grass silage in laboratory units. J. Sci. Food Agric. 31:685.
3. Daniel, P., H. Honig, F. Weise and E. Zimmer. 1970. The action of propionic acid in the ensilage of green fodder. Das wirtsc. Futter. 16:239.
4. Elizabeth. M. M. and P. McDonald. 1976. The effect of formalin and lower volatile fatty acids on silage fermentation. J. Sci. Food Agric. 27:612.
5. Goering, H. K. and P. J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agric. Handbook. 179. ARS, USDA. Washington, D. C. Jacket No. 387-598.
6. Gross, F. and T. Beck. 1971. Investigation into the prevention of aerobic deterioration processes after unloading of silage with propionic acid. Das wirtsc. Futter. 16:1.
7. Haigh, P. M. 1987. The effect of dry matter content and silage additions on the fermentation of grass silage on commercial farms. Grass and Forage Sci. 42:1-8.
8. Hara, S. and Y. Ohyama. 1979. Microorganisms concerning aerobic deterioration of silage after opening with reference to propionic acid treatment. Jpn. J. Zootech. Sci. 50:228.
9. Huber, S. T. and M. Soejono. 1976. Organic acid treatment of high dry matter corn silage fed lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 59:2063.
10. Jackson, N. and Forbes, T. J. 1970. The voluntary intake by cattle of four silage differing in dry matter content. Animal Prod. 12:591-599.
11. Labuda, J. 1967. Effect of degree of lucerne wilting on the ensiling process and on changes in silage composition. Herb. Abstr. 37:1207.
12. Leaver, J. O. 1975. The use of propionic acids as an additive for maize silage. J. Bri. Grassld. Soc. 30:17.
13. Mann, E. M. and P. McDonald. 1976. J. Sci. Food Agric. 27:612-616.
14. Marsh, R. 1979. The effects of wilting on fermentation in the silo and on the nutritive value of silage. Grass and Forage Sci. 34:1-10.
15. Masaoka, Y. and S. Ara. 1987. The effect of cation exchange on the simultaneous determination of lactic and volatile fatty acids in silage using gas chromatography. J. Jpn. Grassld. Sci. 32:381.
16. McDonald, P. 1981. The biochemistry of silage-A review. National Feed Ingredients Association Iowa. 294-298.
17. McDonald, P. and R. A. Edwards. 1976. The influence of conservation methods on digestion and utilisation of forages by ruminants. Prod. Nutr. Soc. 35:201-211.
18. Morgan, C. A., R. A. Edwards and P. McDonald. 1980. J. Agric. Sci. Camb. 94:287-298.
19. Wing, P. D., R. D. Goodrich, J. G. Linn and J. C. Meiske. 1976. Effect of chemical additive on the preservation and digestibility of alfalfa haylage. J. Anim. Sci. 42:469.
20. Woolford, M. K. 1975. Microbiological screening of food preservatives cold sterilants and specific

- antimicrobial agents as potential silage additives. J. Sci. Food Agric. 26:229.
21. Woolford, M. K. 1978. The aerobic deterioration of silage. Agric. Res. Coun. Res. Rev. 4:8-12.
22. Yu Yu and J. W. Thomas. 1975. Effect of propionic acid and ammonium isobutyrate on preservation on nutritive values of alfalfa haylage. J. Anim. Sci. 41:1458.
23. 森本 宏. 1971. 動物營養 實驗法. 養賢堂. 東京.
24. 高永柱. 1966. 材料의 水分含量이 silage 의 品質에 미치는 影響. 韓畜誌 8:50-52.
25. 申正男, 尹益錫. 1983. 豫乾이 silage 의 品質에 미치는 影響. 韓草誌 3:92.