

제조 방법이 라운드베일 연맥 사일리지의 품질에 미치는 영향

김종근 · 정의수 · 서 성 · 강우성 · 함준상 · 이성철*

Effects of Management Practices on the Quality of Round Baled Oat Silage

J. G. Kim, E. S. Cheung, S. Seo, W. S. Kang, J. S. Ham and S. C. Lee*

Abstract

This experiment was carried out to determine the effect of management practices on the quality of round baled oat silage at experimental field of Grassland and Forage Crops division, National Livestock Research Institute, RDA, Suwon from 1997 to 1998. The experiments are consist of randomized block design with 3 replications. The treatments are 3 wilting dates(0, 2 and 4 days), 3 wrap colors(white, black and green and 3 inoculant(untreated, Inoculant A and Inoculant B). The crude protein(CP) content was increased by prolonged wilting periods, but the effect of wrap color and inoculant were not founded. Acid detergent fiber(ADF) and neutral detergent fiber(NDF) content of all silages were not founded significant difference, but *in vitro* dry matter digestibility of oat silage with inoculant was significantly higher compare with control. Wilting treatment increased the mean silage acidity compare with control and inoculant treatment significantly reduced silage acidity. Wrap color did not influence the silage acidity. Wilting or inoculant treatments increased lactic acid content but, decreased the content of acetic and butyric acid. The quality grade of all silage were grade 3, except inoculant treated silage. Wilting or inoculant decreased silage DM loss, but wrap color did not effect on silage DM loss.

The result of this study indicate that wilting for 2~4 days and inoculant will improve the silage fermentation and quality of round baled oat silage.

(Key words : Oat, Wilting, Inoculant, Wrap color, Round bale silage)

I. 서 론

연맥(*Avena sativa* L.)은 맥류 가운데서 가장 목초에 가까운 특성을 지녀 사초로서의 품질이 우수하며, 수량 및 가축 기호성도 높고 이용형태도 다

양하여 일찍부터 사료화에 대한 다양한 연구가 수행되었다(김, 1991). 우리 나라에서는 일부 낙농가들의 봄, 가을에 파종하여 조사료가 부족한 계절의 풋베기 사료로서 이용하여 왔으며, 근래 그 재배면적이 날로 늘어나 '98년에는 약 500톤의 종자

축산기술연구소(National Livestock Research Institute, RDA, Suwon 441-350, Korea)

* 우석대학교 동물자원과학과(Woosuk University, Wanju 565-800, Korea)

가 도입되어 4,000여 ha의 사료포에서 재배되고 있다.

연맥의 이용은 풋베기가 주로 이용되었으나 최근 기계화가 가능한 대규모 목장을 중심으로 건초 또는 사일리지로 조제하는 경우가 늘어나고 있다. 그러나 가을 연맥의 건초이용은 가을철의 잦은 강우와 일조량의 부족으로 건초조제에 큰 어려움을 겪고 있어 사일리지 이용 또한 바람직한 조사료 저장법으로 판단된다. 가을철의 경우 조생품종을 이용하면 1~2등급에 해당하는 건초를 조제할 수 있다(한 등, 1996)고 하지만, 이 또한 기상적인 영향이 적을 경우에 가능하다고 하겠다. 연맥 사일리지의 품질을 향상시킬 수 있는 방안으로 일반 사일로를 이용한 사일리지 조제시험이 있었으나(이, 1999) 라운드베일을 이용한 사일리지 조제에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

라운드베일 사일리지는 '70년대 후반 유럽을 중심으로 시작되어 영국에서는 라운드베일 사일리지 조제 물량이 전체 사일리지의 약 18%를 조제하고 있으며, 점차 증가되고 있는 추세이다. 우리나라에서는 '97년 정부의 조사료 확대 정책의 일환으로 벧짚을 중심으로 시작되었으며, 최근 작업기계의 보급과 더불어 이용이 점차 늘어나고 있다. 따라서 라운드베일 사일리지 조제 기술의 개발과 더불어 필요한 농작업기의 보급이 늘어나고 있으나 기계의 활용이 생벧짚에만 국한되어 연맥, 호밀 및 목초 등으로 활용도를 제고시킬 필요가 있고, 다양한 기술개발과 아울러 라운드 베일을 이용한 사료작물 사일리지 조제기술을 개발할 필요가 있어 본 시험은 연맥을 이용하여 예건기간, 비닐색 및 젓산균 첨가제 등의 처리가 라운드베일 사일리지의 품질에 미치는 영향을 구명하고자 수행되었다.

II. 재료 및 방법

1. 사일리지 제조

사일리지 제조를 위한 연맥의 재배는 축산기술

연구소 초지사료과 시험포장에서 실시하였고, 전 작물로 옥수수를 심었던 포장에 1997년 8월 20일에 Swan 품종을 ha당 150kg을 파종하였다. 시비량은 전량 기비로 질소, 인산 및 칼리를 각각 150, 120 및 120 kg/ha를 사용하였다. 연맥의 수확은 1997년 11월 9일 Mower conditioner(SM 300 Trans; FELLA-WERKE GMBH Co. Italy)를 이용하여 수확하였으며, 예건처리는 비예건, 2일 예건 및 4일 예건의 3처리를 두었고, 비닐색은 백색, 흑색, 녹색 등 3처리 그리고 첨가제 시험은 첨가제 종류(무처리, Inoculant A, Inoculant B)에 따라 3처리를 두어 각각 난괴법 3반복으로 수행하였다. 본 시험에 사용된 첨가제는 LAB(Lactic acid producing bacteria) 배양물로서 M사(Inoculant A)와 P사(Inoculant B) 제품을 이용하였다. 연맥은 집초기를 이용하여 베일링 전에 집초 하였으며 지름 120cm, 폭 120cm 규격의 대형 라운드베일(F 21; FORT & PEGORARO Co. Italy)을 이용하여 압력 130bar로 베일링하였고, 베일링과 동시에 분무기(SHUR F10, Garden Grove Co. USA)로 첨가제를 권장량 끌고루 살포하였으며, 보관장소로 즉시 이동하여 Wrapper(F 11; FORT & PEGORARO Co. Italy)를 이용하여 4겹의 비닐을 감아 보관하였다. 시험에 쓰인 비닐(INTEGRATED PACKAGING RESERVIOR VICTORIA Co. Australia)은 두께가 25 μ m이고 폭은 500mm이며 길이는 1,800m이었다.

2. 시료 분석

재료는 베일리로 감기 직전 각 처리구별로 약 500g의 시료를 취하여 생초중량을 평량하고 65°C 순환식 송풍건조기에서 3일간 건조 후 20 mesh screen의 Wiley mill로 분쇄하여 플라스틱 용기에 이중마개로 막아 분석시까지 보관하였다. 시료의 조단백질 함량은 AOAC법(1991)에 의하여 분석하였고, ADF 및 NDF 함량 Georing 및 Van Soest법(1970)을 이용하였다. *In vitro* 건물소화율은 Moore(1970)법을 이용하였다. 저장 60일 후 사일리지를

시료채취기(Uni-Forage Sampler; STAR QUALITY SAMPLER Co. Canada)로 각 처리구당 약 500g을 취하여 일부는 순환식 열풍 건조기에서 건조한 후 분쇄하여 조단백질 함량 등을 분석하였고, 나머지 일부는 -20℃ 냉동고에 보관하였다가 사일리지 유기산 등의 분석에 이용하였다. 사일리지의 pH는 개봉한 사일리지 10g을 증류수 100ml에 넣고 냉장고에 보관하면서 가끔씩 흔들어주면 24시간 보관 후 4중 가아제로 완전히 짜서 걸러낸 액을 pH meter(HI 9024; HANNA Instrument Inc. UK)를 이용하여 측정하였다. 냉동시킨 시료를 처리별 10g을 취하여 100ml 증류수에 넣고 냉장고에서 가끔씩 흔들어 주면서 24시간동안 보관한 후 4중 가아제로 1차 거른 후 여과지(No. 6)를 통하여 걸러서 추출액을 조제하여 분석에 이용할 때까지 -20℃에서 냉동보관 하였다. 젖산은 Barker 및 Summerson 법(한 등, 1983)을 이용하여 분석하였으며, 흡광도 측정을 위한 스펙트로 포토메타는 Jasco사(UVIDEC-610) 제품을 이용하였다. 유기산의 분석은 가스 크로마토그래피를 이용하여 분석하였으며, 통계처리는 SAS Package program ver.

6.12을 이용하여 분산 분석을 실시하였고, 처리평균간 비교는 최소 유의차검정(LSD)을 이용하였다. 표 1 및 2는 연맥의 생육특성과 사일리지 조제전 일반성분, 섬유소 함량 및 *in vitro* 건물소화율을 나타내었다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 일반성분 함량

저장 2개월 후의 연맥 원형베일 사일리지의 일반성분 함량은 표 3에서 보는 바와 같다. 예건처리로 인해 조단백질 및 NFE 함량은 높아지는 경향을 보였으나 조지방 및 조섬유 함량은 감소하였는데, 이는 예건으로 인해 사일리지 발효가 개선되어 단백질의 분해가 줄어든 것으로 추측된다. 비닐색에 따른 일반성분의 차이는 크지 않았으나 대체로 백색 비닐구에서 조단백질 및 NFE 함량이 높게 나타나 영양가가 다소 개선되는 것으로 나타났다.

Table 1. Maturity, plant height, dry matter(DM) content, fresh matter yield and dry matter yield of oat at harvest

Maturity at harvest	Plant height (cm)	DM (%)	Yield (kg/ha)	
			Fresh matter	Dry matter
Heading	127	18.2	36,845	6,705

Table 2. The chemical composition, acid detergent fiber(ADF), neutral detergent fiber(NDF), *in vitro* dry matter digestibility(IVDMD), and estimated total digestible nutrient(TDN) of oat at harvest

Crude protein	Ether extract	Crude fiber	Crude ash	Nitrogen free extract	ADF	NDF	IVDMD	Esti. TDN
..... %								
14.3	1.4	33.6	8.3	42.3	37.5	62.1	70.3	59.3

Table 3. Effect of management practice on the content of chemical composition of round baled oat silages

Treatment		Crude protein	Ether extract	Crude fiber	Crude ash	Nitrogen free extract
..... %						
Wilting days	0	11.9	2.4	30.9	14.2	40.6
	2	13.0	2.7	29.6	9.0	45.7
	4	13.6	1.7	28.8	12.8	43.0
Average		12.8	2.3	29.8	12.0	43.1
Wrap colors	White	13.0	2.7	29.6	9.0	45.7
	Black	13.0	2.3	30.4	10.8	43.4
	Green	12.8	2.0	29.3	12.3	43.6
Average		12.6	2.2	30.2	12.4	42.5
Inoculant	Control	13.0	2.7	29.6	9.0	45.7
	Inoculant A	13.0	2.2	27.2	12.1	45.5
	Inoculant B	13.6	2.4	28.1	11.6	44.3
Average		12.6	2.3	29.1	12.1	44.0

한편 첨가제 처리에 따른 일반성분 함량의 차이는 Inoculant B에서 조단백질 함량이 높게 나타났으며, 조섬유 함량은 줄어드는 경향을 보여 첨가제 처리로 사료가치가 개선되어짐을 알 수 있었다. 첨가제 처리에 따른 일반성분 함량의 차이는 보고자에 따라 다양하게 나타나는데 Keady 및 Murphy(1996)는 조단백질 및 조회분 함량이 첨가제를 처리하여도 무처리구와 차이가 없다고 보고한 반면, Kennedy(1990) 및 Gordon(1989)는 젖산균 첨가제 처리구에서 조단백질 함량이 유의적으로 높았다고 하여 본 시험과 일치하는 결과를 보여주었다.

2. ADF, NDF, *In vitro* 건물소화율 및 TDN

예건, 비닐색 및 첨가제 처리에 따른 ADF 및 NDF 함량은 처리간에 유의적인 차이를 보이지 않

았다. 김 등(1999)의 호밀 사일리지 연구에서도 첨가제 및 비닐색에 따른 섬유소 함량은 유의적인 차이를 보이지 않았다고 하였으며, Keady 및 Murphy(1996)도 젖산균 첨가시 ADF 및 NDF 함량이 감소하였지만 유의적인 차이를 보이지 않았다고 하여 본 시험과 비슷한 결과를 보여주었다. 그러나 Kennedy 등(1989)은 젖산균 첨가로 ADF 함량이 감소된다고 하였으며, Gordon(1989) 및 Patterson(1997)은 젖산균 처리로 ADF 함량이 증가한다고 하여 연구자에 따라 다른 결과를 보여주었다.

In vitro 건물 소화율은 예건이 길어짐에 따라 감소하는 경향을 보였으나 유의적인 차이는 없었다. 비닐색의 경우는 흑색 비닐구에서 소화율이 약간 높았으며 첨가제 처리시 Inoculant B는 무처리구와 유의적인 차이가 없었지만 Inoculant A는 건물소화율이 유의적으로 높게 나타났다.

Table 4. Effect of management practice on the content of acid detergent fiber(ADF), neutral detergent fiber(NDF), *in vitro* dry matter digestibility(IVDMD) and estimated TDN of round baled oat silage

Treatment		ADF	NDF	IVDMD	Esti. TDN
..... %					
Wilting days	0	36.1	55.4	65.3	60.4
	2	36.7	56.3	64.3	59.9
	4	36.9	55.2	63.7	59.7
Average		36.6	55.6	64.4	60.0
Wrap colors	White	36.7	56.3	64.3	59.9
	Black	33.8	53.6	65.9	62.2
	Green	35.0	55.2	64.7	61.3
Average		35.2	55.0	65.0	61.1
Inoculant	Control	36.7	56.3	64.3 ^a	59.9
	Inoculant A	35.6	57.6	65.6 ^b	60.8
	Inoculant B	34.1	55.8	68.8 ^a	62.0
Average		35.2	55.7	67.1	61.1

3. 사일리지 품질

(1) 건물 함량 및 산도

저장 60일 후 사일리지의 건물 함량 및 산도는 그림 1에서 보는 바와 같다. 예건처리로 인해 사일리지의 건물 함량은 각각 19.3, 36.4 및 46.2%로 나타나 4일간 예건을 하여도 수분 함량이 55% 내외를 보여 원형배일 사일리지 조제에 적합한 수분 함량에 도달된 것으로 나타났다. 비닐색에 따른 건물 함량의 변화는 흑색에서 35.2%로 가장 낮게 나타났으며 백색 및 녹색에서 높았다. 젖산균 처리에 따른 건물 함량의 변화는 일정한 경향을 보이지 않았는데, Keady 및 Murphy(1996)의 보고에서도 젖산균 첨가제는 사일리지의 건물 함량에 영향을 주지 않는다고 하여 본 시험과 비슷한 결과를 보여주었다. 그러나 Sharp 등(1994)의 시험에서는 젖산균 첨가제 처리구에서 건물 함량이 높게 나타났다고 하여 각각 다른 견해를 보여주었다.

예건에 따른 사일리지의 pH 변화에 있어서는

예건기간이 길어질수록 사일리지의 산도는 4.45에서 5.07로 높아지는 경향을 보여 주었는데, 이는 예건처리로 인해 사일리지의 건물 함량이 증가되어 최종 산도가 높아진 것으로 추정되며, Haigh 및 Parker(1985)의 시험에서도 건물 함량이 높아짐에 따라 산도가 높아졌다고 하여 본 시험의 결과를 뒷받침 해주고 있다. 한편 Haigh(1990)는 라운드배일 사일리지는 발효가 제한되어 일반 사일리지 보다 산도가 다소 높게 나타난다고 하였다. 비닐색에 따른 사일리지의 산도는 건물 함량과 다소 영향이 있었으며 흑색구에서 가장 낮게 나타났다. 한편 김 등(1999b)은 호밀 시험에서 산도가 백색구에서 유의적으로 낮게 나타났다고 하였는데 이런 차이는 비닐색의 계절적 차이로 겨울동안에는 흑색비닐이 내부의 온도를 높여 발효를 양호하게 이끌어 주었고, 여름동안에는 흑색이 사일리지의 내부온도를 적정 이상으로 높여 발효가 억제된 데 기인한 것으로 사료된다. 첨가제 처리에 따른 산도 변화는 무처리구에 비해 첨가제를 처리한 구에

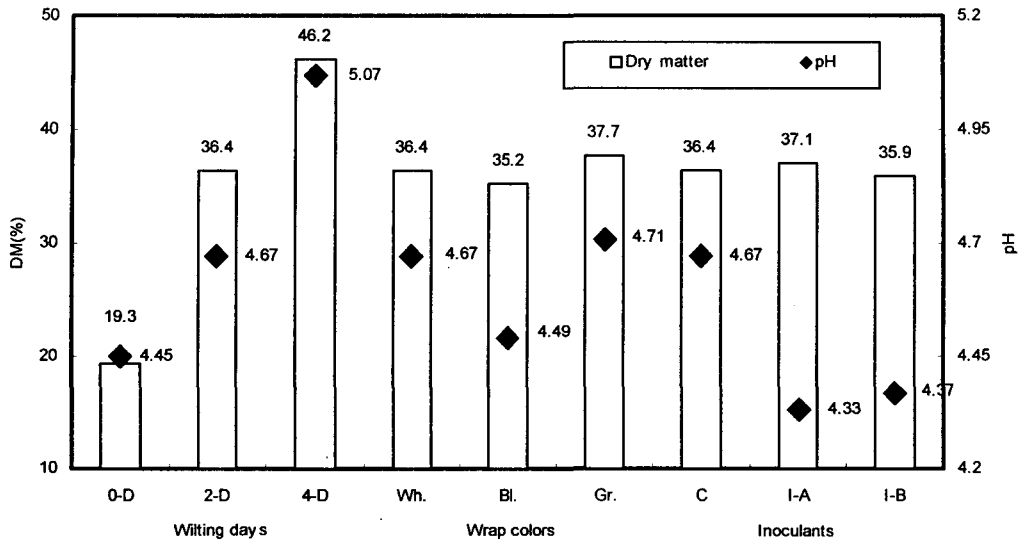


Fig. 1. Effect of management practices on the dry matter content and acidity of round baled oat silage

서 유의적으로 낮게 나타났으며 첨가제 종류간에는 차이가 없었다. Sharp 등(1994)도 젖산균 처리로 사일리지 산도가 무처리구에 비해 낮아진다고 하였으며 다른 연구에서도 젖산균 첨가제가 사일리지의 산도를 낮춘다고 보고하고 있다(Lindgren 등, 1988; Rooke 등, 1988)

(2) 유기산 함량

초산 및 낙산 함량은 예건기간이 길어짐에 따라 감소하는 경향을 보여 주었으며 젖산 함량은 증가되었다. 그러나 비닐색에 따른 유기산 함량의 차이는 일정한 경향을 보이지 않았으나 흑색 비닐구에서 초산 및 낙산 함량이 낮았다. 젖산균 첨가제 처리는 무처리구에 비해 젖산 함량이 증가되었고 초산 및 낙산 함량은 감소되었다.

Keady 및 Steen(1994)은 젖산균을 첨가한 사일리지의 산도 및 초산 함량은 감소된다고 하여 본 시험과 유사한 결과를 보였다. 한편 김 등(1999a)은 호밀 사일리지의 젖산균 첨가시험에서 젖산 함량은 건물 함량과 0.66의正的 상관이 그리고 낙산 함량과는 -0.90의 負의 상관이 있다고 하였는데

본 시험에서도 예건기간이 길어질수록 젖산 함량이 증가되었고 낙산 함량은 감소된 경향을 보여주었다.

(3) 품질등급 및 건물손실율

Flieg's score에 의한 연맥 사일리지의 품질등급은 2~3등급 내외로 나타났다. 특히 첨가제 처리구에서 2등급으로 품질등급이 높았으며, 예건에 따른 품질등급의 차이는 없었으나 Flieg's score는 높아지는 것으로 나타났다. 비닐색에 따른 품질의 차이는 없었으나 흑색 비닐구에서 Flieg's score가 55로 다소 높게 나타났다. 한편 김 등(1999)도 호밀 사일리지 시험에서 비닐색에 따른 차이는 없었다고 보고 하였다.

건물 손실율은 예건으로 인해 유의적으로 감소하는 경향을 보여 사일리지 조제시 예건이 건물 손실에 미치는 영향이 다른 어떤 요인보다 더 크게 나타났다. Cottyn 등(1985) 및 Waldo(1977)의 시험에서도 예건처리로 건물 손실률이 5% 이상 개선되었다고 보고 하였는데, 본 시험에서도 예건처리로 3~10%의 개선효과가 있었다. 비닐색에 따

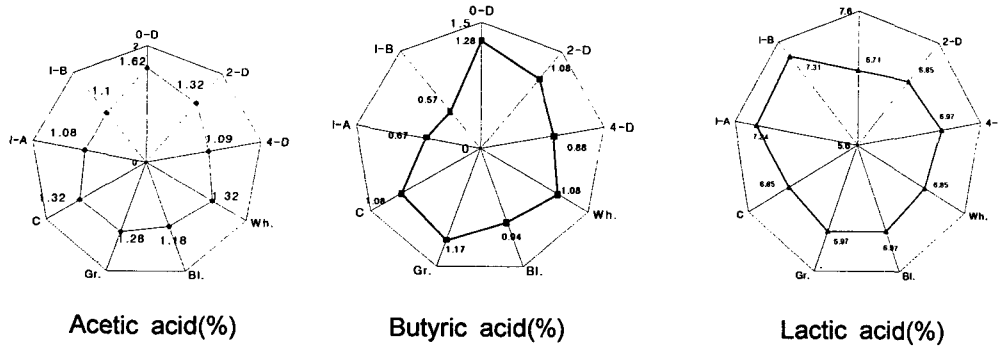


Fig. 2. Effect of management practices on the organic acid content of round baled oat silage.

Table 5. Effect of management practices on the quality grades and dry matter losses of oat round baled oat silage

Treatment	Wilting days			Wrap colors			Inoculant		
	0	2	4	White	Black	Green	Control	IA	IB
Flieg's score	43	50	55	50	55	50	50	60	61
Grade	3	3	3	3	3	3	3	2	2
DM loss (%)	19.5	16.3	9.4	16.3	12.1	13.6	16.3	10.3	12.3

* Grade : Flieg's score 100~81(1), 80~61(2), 60~41(3), 40~21(4), below 20(5)

른 건물손실률의 차이는 흑색구에서 약간 낮게 나타났다.

IV. 적 요

본 시험은 사일리지 제조방법에 따른 라운드베일 연맥 사일리지의 품질에 미치는 영향에 대하여 알아보기 위해 1997년부터 1998년까지 2년간 축산기술연구소 초지사료과에서 수행하였다. 본 시험은 예건처리(비예건, 2일예건, 4일예건), 비닐색에 따른 처리(백색, 흑색, 녹색) 및 첨가제 처리(대조구, 첨가제 A, 첨가제 B)로 각각 난괴법 3처리로 수행하였다. 조단백질 함량은 예건기간이 길어질수록 증가하였으나 비닐색에 따른 차이는 나타나지 않았다. ADF 및 NDF 함량은 모든 처리에서

유의적인 차이를 보이지 않았으나 IVDMD는 Inoculant 처리구에서 대조구에 비해 높게 나타났다. 예건처리는 사일리지의 산도를 증가시켰고 Inoculant 처리구에서는 낮게 나타났다. 비닐색은 산도에 영향을 미치지 않았다. 예건 및 Inoculant 처리구는 젖산 함량을 증가시킨 반면 초산 및 낙산함량을 감소시켰다. 사일리지의 품질등급은 Inoculant 처리구를 제외하고는 대부분 3등급에 해당하였다. 예건 및 Inoculant 처리구는 건물 손실률이 줄어들었으며 비닐색은 사일리지의 건물 손실에 미치는 영향이 없었다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 2~4일간의 예건 처리 및 Inoculant 처리는 라운드베일 연맥 사일리지의 발효 양상 및 품질을 향상시킬 수 있는 것으로 나타났다.

V. 인 용 문 헌

1. 김동암. 1991. 사료작물. 선진문화사. 서울
2. 김종근, 김동암, 정의수, 강우성, 함준상, 서성. 1999a. 수확시 숙기 및 젓산균 제제가 호밀 라운드베일 사일리지의 품질에 미치는 영향. 한초지. 19(4):347-354
3. 김종근, 김동암, 정의수, 서성, 김종덕, 함준상. 1999b. 수확시 숙기 및 비닐색이 호밀 라운드베일 사일리지의 품질에 미치는 영향. 한초지. 19(4):355-362
4. 이성철. 1998. 수확시기 및 첨가제가 연맥 사일리지의 품질에 미치는 영향. 한초지. 18(2):157-162
5. 한건준, 김동암. 1996. 품종·건조제 및 보존제 처리가 추계수확 연맥건초의 품질변화에 미치는 영향. 한초지. 16(4):315-326
6. 한인규, 이영철, 정근기, 김영길, 안병홍, 명규호, 고태송. 1983. 영양학 실험법. 동명사.
7. A.O.A.C. 1991. Official method of analysis. Washington D. C.
8. Cottyn, B.G., CH. V. Boucque, L.O. Fiems, J.M. Vanacker and F.X. Buysse. 1985. Unwilted and prewilted grass silage for finishing bulls. Grass & Forage Sci. 40:119-125.
9. Froetschel, M.A., L.O. Ely and H.E. Amos. 1991. Effects of additives and growth environment on preservation and digestibility of wheat silage fed to holstein eifers. J. Dairy Sci. 74:546-556.
10. Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agric. Handbook 379, U. S. Gov. Print. Office, Washington, D. C.
11. Gordon, F.J. 1989. An evaluation through lactating cattle of a bacterial inoculant as an additive for grass silage. Grass & Forage Sci. 44:169-179.
12. Haigh, P.M. 1990. The effect of dry matter content on the preservation of big bale grass silages made during the autumn on commercial farms in South Wales 1983-87. Grass & Forage Sci. 45:29-34.
13. Haigh, P.M. and J.W.G. Parker. 1985. Effect of silage additives and wilting on silage fermentation, digestibility and intake, and on liveweight change of young cattle. Grass & Forage Sci. 40:429-436.
14. Keady, T.W.J. and J.J. Murphy. 1996. Effects of inoculant treatment on ryegrass silage fermentation, digestibility, rumen fermentation, intake and performance of lactating dairy cattle. Grass & Forage Sci. 51:232-241.
15. Keady, T.W.J. and J.J. Murphy. 1996. Effects of inoculant treatment on ryegrass silage fermentation, digestibility, rumen fermentation, intake and performance of lactating dairy cattle. Grass & Forage Sci. 51:232-241.
16. Keady, T.W.J. and R.W.J. Steen. 1994. Effects of treating low dry matter grass with a bacterial inoculant on the intake and performance of beef cattle and studies on its mode of action. Grass & Forage Sci. 49:438-446.
17. Kennedy, S.J. 1990. An evaluation of three bacterial inoculants and formic acid as additives for first harvest grass. Grass & Forage Sci. 45:281-288.
18. Kennedy, S.J., H.I. Gracey, E.F. Unsworth, R.W.J. Steen and R. Anderson. 1989. Evaluation studies in the development of a commercial bacterial inoculant as an additive for grass silage. 2. Responses in finishing cattle. Grass & Forage Sci. 44:371-380.
19. Lindgren, S., A. Bromander and K. Pettersson. 1988. Evaluation of silage additives using scale model silos. Swedish Journal of Agricultural Research. 18:41-49.
20. Moore, J.E. 1970. Procedure for the two-stage *in vitro* digestion of forage. University of Florida, Department of Animal Science.
21. Patterson, D.C., C.S. Mayne, F.J. Gordon and D.J. Kilpatrick. 1997. An evaluation of an inoculant/enzyme preparation as an additive for grass silage for dairy cattle. Grass & Forage Sci. 52:325-335.
22. Rooke, J.A., F.M. Maya, J.A. Arnold and D.G. Armstrong. 1988. The chemical composition and nutritive value of grass silage prepared with no additive or with the application of additives containing either *Lactobacillus plantarum* or formic acid. Grass & Forage Sci. 43:87-95.
23. Sharp, R., P.G. Hooper and D.G. Armstrong. 1994. The digestion of grass silages reduced using inoculants of lactic acid bacteria. Grass & Forage Sci. 49:42-53.
24. Waldo, D.R. 1977. Potential of chemical preservation and improvement of forage. J. Dairy Sci. 60:306-326.