

유산균제 첨가가 라운드베일 목초 사일리지의 품질에 미치는 영향

김종근 · 정의수 · 서 성 · 함준상 · 윤세형 · 임영철

Effects of Inoculants on the Quality of Round Baled Grass Silage

Jong Geun Kim, Eui Soo Chung, Sung Seo, Jun Sang Ham, Sei Hyung Yoon
and Young Chul Lim

ABSTRACT

This experiment was conducted to determine the effect of microbial inoculant on the quality of round baled grass silage at experimental field of Grassland and Forages Division, National Livestock Research Institute, RDA, Suwon from 1997 to 1998. The experiment was consist of randomized block design with three replications. The treatments were three different inoculant (control, inoculant A, B and C). The contents of ether extract (EE), crude protein (CP) and *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD) in inoculant treatment plots were higher than those in control. Silages treated by Inoculant A, B and C had significantly lower acidity than that of control silage ($p < 0.05$). Dry matter (DM) content of control silage was higher than those of inoculant treated silage. There were significant differences in organic acid contents among treatments ($p < 0.05$). Lactic acid was increased with inoculant treatment, but, acetic and butyric acid was decreased. The DM loss of all silages were decreased with inoculant treatment and quality grade of inoculant treated silage was higher than that of control. Results of this study indicate that addition of microbial inoculant will improve the fermentation and quality of round baled grass silage.

(Key words : Inoculant, Round bale silage, Quality, Grass)

I. 서 론

양질의 사일리지 조제를 위해서는 무엇보다 조제시에 필요한 여러 가지 조건들(수확적기, 절단, 충전, 진압, 밀봉 등)을 잘 지키는 것이 중요하다. 그러나 재배규모가 커지고 기상변화가 심한 현실에서는 이런 조건을 잘 지키기는

쉽지 않다. 따라서 이런 어려움을 극복하고 사일리지의 품질을 향상시키기 위해서 다양한 첨가제의 이용이 권장되고 있다. 사일리지에 이용되는 첨가제는 다양한 종류가 있지만 근래에는 사용이 간편한 젖산균을 이용한 미생물 첨가제가 주로 이용되고 있다.

전세계적으로 여러 종류의 사일리지 첨가제

농촌진흥청 축산연구소(National Livestock Research Institute, RDA, Cheonan 330-801, Korea)

Corresponding author : Jong Geun Kim, National Livestock Research Institute, RDA, Cheonan 330-801, Korea.

Tel : +82-41-580-6775, Fax : +82-41-580-6769, E-mail : jonggk@rda.go.kr

가 이용이 되고 있으나 미국의 경우 약 150여 종의 첨가제 중에서 80여 종 이상이 미생물 접종제이며 영국은 100여 종 중에서 62종이 미생물 첨가제라고 한다(Wilkinson, 1990). 사일리지의 미생물 첨가제로 이용되는 대표적 균주는 *Lactobacillus plantarum*으로 호모형 젖산균이면서 낮은 pH에서도 생장이 우수하며 젖산을 다량 생성하여 사일리지 내부의 pH를 낮추어 주는 능력이 있다(McDoald 등, 1991).

사일리지 조제시 미생물 첨가제의 처리는 발효품질 개선, 가축 기호성 및 섭취량 증진, 생산성 증진 및 개봉후의 호기적 안정성에도 효과가 있다고 한다. 국내에서도 생벼짚(강 등, 1999), 호밀(이 및 김, 1997, 김 등, 1999), 귀리(김 등, 2000) 및 알팔파(김 등, 1999) 등 사료작물 사일리지의 첨가제 처리에 관한 연구가 많이 진행되었지만 목초를 대상으로 수행된 연구는 많지 않다. 따라서 본 시험은 목초 라운드베일 사일리지 제조시 젖산균 첨가제의 사용이 사일리지의 품질에 미치는 영향을 구명하고자 수행되었다.

6월 9일 Mower conditioner(SM 300 Trans; FELLA-WERKE GMBH Co. Italy)를 이용하여 수확하였으며 3종류의 각기 다른 젖산균 첨가제(무처리, 첨가제 A, B, C)를 처리하여 각 처리당 3롤의 라운드베일 사일리지를 조제하였다. 본 시험에 사용된 젖산균첨가제는 LAB(Lactic acid bacteria) 배양물로서 M사(inoculant A), P사(inoculant B) 및 D사(inoculant C) 제품을 이용하였다. 수확된 목초는 집초기를 이용하여 베일링 전에 집초 하였으며 지름 120cm, 폭 120cm 규격의 대형 라운드베일(F 21; FORT & PEGORARO Co. Italy)을 이용하여 베일링하였고 베일링과 동시에 분무기로 첨가제를 권장량을 골고루 살포하였으며, 보관장소로 즉시 이동하여 Wrapper(F 11; FORT & PEGORARO Co. Italy)를 이용하여 4겹의 비닐을 감아 보관하였다. 사일리지 wrapping에 쓰인 비닐(INTEGRATED PACKAGING RESERVIOR VICTORIA Co. Australia)은 두께가 25 μ m이고 폭은 500 mm이며 길이는 1,800m인 백색 비닐이었다.

II. 재료 및 방법

1. 사일리지 제조

사일리지 조제를 위한 목초는 1997년 9월 20일에 축산연구소 표준혼파조합을 이용(오차드그라스: 톨페스큐: 리드카나리그라스: 켄터키블루그라스: 페레니얼라이그라스: 알팔파: 화이트클로버 = 16-8-2-3-4-1.5-0.5 kg/ha) 하여 조성된 초지를 이용하였으며 시비량은 기비로 80, 120, 120 kg/ha를 사용하였다. 목초의 수확은 1998년

2. 시료 분석

원재료는 베일러로 감기 직전 각 처리구별로 약 500g의 시료를 취하여 생초중량을 평량하고 65 $^{\circ}$ C 순환식 송풍건조기에서 3일간 건조 후 건물중량을 평량하여 계산식으로 건물률을 산출했다. 건조된 시료는 20 mesh screen의 Wiley mill로 분쇄하여 플라스틱 용기에 이중마개로 막아 분석시까지 보관하였다. 시료의 일반성분은 AOAC법(1991)에 의하여 분석하였고 NDF 및 ADF 함량은 Georing 및 Van Soest법(1970)

에 의해 분석하였다. *In vitro* 건물소화율은 Tilley 및 Terry법(1963)을 Moore(1970)가 수정한 방법을 이용하였다.

저장 60일후 사일리지를 시료채취기(Uni-Forage Sampler; STAR QUALITY SAMPLER Co. Canada)로 각 처리구당 약 500g을 취하여 일부는 순환식 열풍 건조기에서 건조한 후 분쇄하여 일반성분 등을 분석하였고, 나머지 일부는 -20℃ 냉동고에 보관하였다가 사일리지 특성조사에 사용하였다.

사일리지의 pH는 개봉한 사일리지 10 g을 증류수 100 ml에 넣고 냉장고에서 가끔씩 흔들어서 24시간 보관후 4중 가아제로 완전히 짜서 걸러낸 액을 pH meter(HI 9024; HANNA Instrument Inc. UK)를 이용하여 측정하였다.

냉동시킨 시료를 처리별로 10g을 취하여 100 ml 증류수에 넣고 냉장고에서 가끔씩 흔들어서 24시간동안 보관한 후 4중 가아제로 1차 거른 뒤 여과지(No. 6)를 통하여 걸러서 추출

액을 조제하여 젖산 및 유기산 분석에 이용하였다. 추출액은 분석에 이용할 때까지 -20℃에서 냉동보관 하였다.

젖산은 大山喜信법(1976)을 이용하여 분석하였으며 흡광도 측정을 위한 스펙트로 포토메타는 Jasco사(UVIDEC-610) 제품을 이용하였다. 유기산의 분석은 Varian 사의 3800 모델 가스 크로마토그래피를 이용하여 분석하였으며 통계 처리는 SAS Package program ver. 6.12을 이용하여 분산분석을 실시하였고, 처리평균간 비교는 최소 유의차검정(LSD) 및 Duncan's multiple test를 이용하였다.

3. 조제전 목초의 생육특성 및 사료가치

혼파목초는 강우로 인해 6월 9일 수확을 하였으며 수확당시의 건물 함량은 24.7% 이었다. 수확시의 혼파 목초의 일반성분 함량은 표 2에서 보는 바와 같다. 수확이 지연되어 조단백질

Table 1. Harvest dates, plant height, dry matter(DM) content, fresh matter yield and dry matter yield of grass at harvest

Harvest dates	Maturity at harvest	Plant height (cm)	DM (%)	Fresh yield (kg/ha)	DM yield (kg/ha)
9 June	Flowering	111	24.7	28,126	6,947

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

Crude protein (%)	Ether extract (%)	Crude fiber (%)	Crude ash (%)	NFE (%)	ADF (%)	NDF (%)	IVDMD (%)	TDN (%)
12.5	2.4	32.8	9.2	43.2	38.2	61.6	60.4	58.7

함량이 12.5%로 낮게 나타났고 조섬유 함량의 경우 32.8%로 높은 경향을 보였다. 사료의 섭취량 및 소화율에 관계되는 NDF 및 ADF 함량에 있어서는 38.2 및 61.6%로 나타났으며 소화율은 60.4%로 약간 낮은 경향이였다. ADF 함량으로 추정된 TDN 함량은 58.7%로 사료가치는 중정도 임을 알 수 있었다.

III. 결과 및 고찰

1. 첨가제 처리에 따른 사일리지의 사료가치

젖산균 첨가제 처리로 인해 조단백질 함량이 높게 나타났으며 조섬유 함량은 줄어드는 경향을 보였다. 그러나 첨가제 종류간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 한편 첨가제 처리에 따른 일반성분 함량의 변화는 보고자에 따라 다양한 결과를 보여주고 있는데 젖산균 첨가제 처리로 조단백질 및 조회분 함량이 무처리구에 비해 차이가 없다는 보고가 있는 반면(Keady 및 Murphy, 1996), 젖산균 첨가제 처리구에서 조단백질 함량이 유의적으로 높았다는 보고

(Kennedy, 1990; Gordon, 1989)도 있다.

사초의 소화율 및 섭취량에 영향을 주는 ADF 및 NDF 함량은 첨가제 처리에 대한 일정한 경향을 보이지 않았다. 그러나 소화율과 TDN 함량은 첨가제 처리로 개선되는 결과를 보여 사일리지 조제시 첨가제의 적정 살포는 권장될만한 처리인 것으로 여겨졌다. 한편 섬유소 함량에 미치는 젖산균 첨가제의 효과도 다양하게 나타나 Keady 및 Murphy(1996)은 젖산균 첨가제 처리로 ADF 및 NDF 함량이 감소하였지만 유의성은 없었다고 하였으나 Gordon (1989) 및 Patterson 등(1997)은 젖산균 처리로 ADF 함량이 증가하는 경향을 보였다고 하여 본 시험과 상반되는 결과를 보여주었다.

가. 사일리지 품질

1) 건물 함량 및 산도

건물 함량에 대한 첨가제의 영향은 크지 않은 것으로 나타났으나 건물 함량이 높아지는 경향을 보여주었다. Keady 및 Murphy(1996)은 젖산균 첨가제는 사일리지의 건물 함량에 영향을 주지 않는다고 보고 하여 본 시험과 다른

Table 3. Effect of inoculants on the content of chemical composition of round baled grass silages

Inoculants	Crude protein	Ether extract	Crude fiber	Crude ash	Nitrogen free extract
..... %					
Control	8.0 ^a	3.0 ^a	42.8	10.8	35.4
Inoculant A	9.1 ^{ab}	4.7 ^b	40.2	10.7	35.3
Inoculant B	9.3 ^{bc}	3.1 ^a	38.0	10.7	38.9
Inoculant C	10.3 ^c	3.9 ^b	38.7	10.2	36.9
Average	9.2	3.7	39.9	10.6	36.6

Table 4. Effect of inoculants on the content of acid detergent fiber(ADF), neutral detergent fiber(NDF), *in vitro* dry matter digestibility(IVDMD) and total digestible nutrients (TDN) of round baled grass silages

Inoculants	ADF	NDF	IVDMD	TDN
..... %				
Control	44.8 ^a	64.8 ^a	55.7	52.7 ^a
Inoculant A	41.1 ^b	59.4 ^b	58.4	56.4 ^b
Inoculant B	43.1 ^a	63.9 ^a	56.1	54.9 ^a
Inoculant C	39.9 ^b	59.8 ^b	59.3	57.4 ^b
Average	42.2	62.0	57.4	55.4

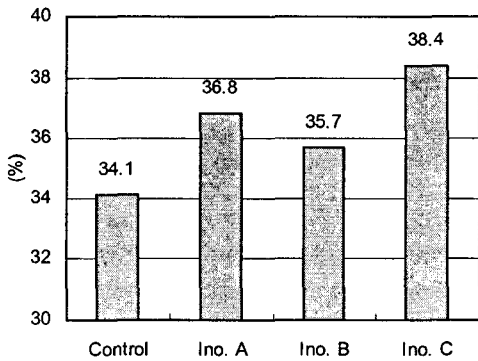


Fig. 1. Effect of inoculants on the dry matter content of round baled grass silage.

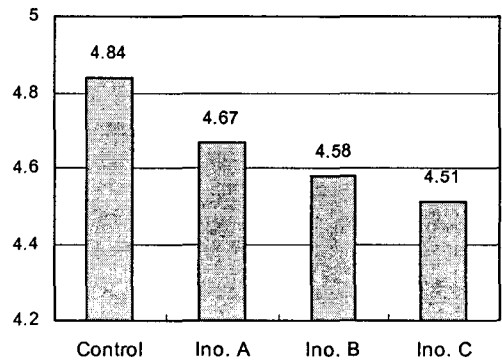


Fig. 2. Effect of inoculants on the acidity (pH) of round baled grass silage.

결과를 보여주었으나, Sharp 등(1994)의 시험에서는 첨가제 처리구에서 건물 함량이 높게 나타났다고 하여 본 시험과 비슷한 경향을 보여 주었다.

산도에 있어서는 젖산균 첨가제 처리로 산도가 유의적으로 낮게 나타났으나 첨가제 종류간에는 유의적인 차이가 없었다. 일반적으로 젖산균 첨가제는 젖산발효에 영향을 미쳐 젖산생성량이 높아져 pH가 낮은 사일리지를 만들게 된다. Sharp 등(1994)도 젖산균 첨가제 처리시험에서 사일리지의 산도가 무처리구에 비해 낮

아졌다고 보고하였으며 다른 연구에서도 젖산균 첨가제는 사일리지의 산도를 낮춘다고 보고하고 있다(Lindgren 등, 1988; Rooke 등, 1988; Mayne, 1990).

2) 유기산 함량

첨가제 처리에 따른 저장 2개월 후의 사일리지의 유기산 함량은 그림 3에서 보는바와 같다. 젖산균 첨가제 처리에 의해 사일리지내 젖산 함량이 증가하고 초산 및 낙산 함량이 감소되는 결과를 나타냈다. Keady 및 Steen(1994)은 젖산균을 첨가한 사일리지의 산도, 암모니아태

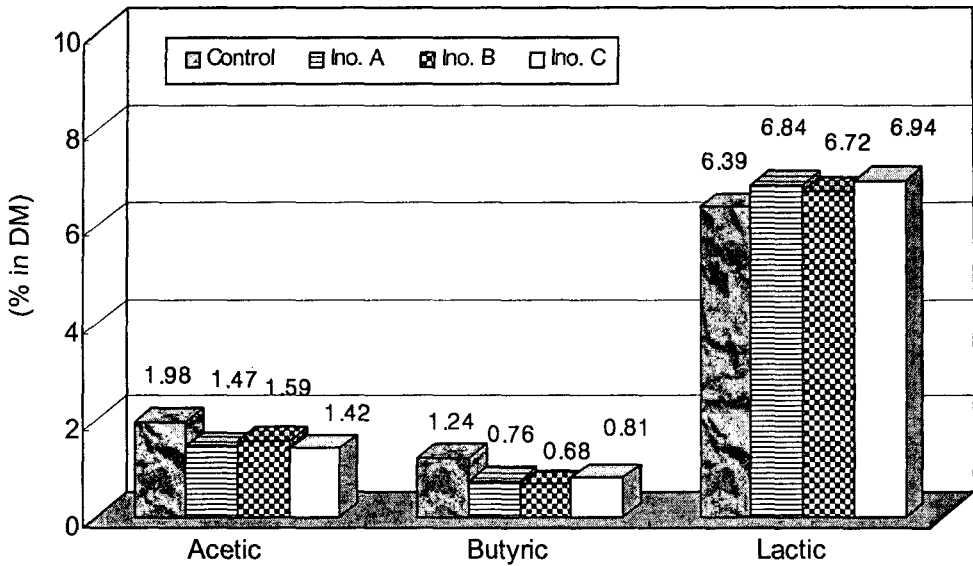


Fig 3. Effect of inoculants on the organic acid content of round baled grass silage.

Table 5. Effects of inoculants on the quality grades and DM losses of round baled grass silage

Treatment	Control	Inoculant A	Inoculant B	Inoculant C
Flieg's score	39	50	49	55
Grade	4	3	3	3
DM loss(%)	18.7	10.4	11.7	9.3

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

질소 함량 및 초산 함량이 감소된다고 하여 본 시험과 비슷한 결과를 보여주었으며 Gordon (1989)도 젖산균 처리는 초산 함량을 낮춘다고 하였지만 젖산과 낙산 함량은 유의적인 차이가 없었다고 하였다.

3) 품질평가

Flieg 점수에 의한 사일리지의 품질등급은 첨가제 처리로 개선되는 효과를 보여주었으나 목초 사일리지 자체의 품질이 낮아 개선효과는

크지 않았다. 한편 건물손실율도 첨가제 처리로 유의적으로 감소되는 경향을 보였으며 첨가제 처리간에는 차이를 보이지 않았다. 한편 Froetschel 등(1991)은 건물 손실율은 건물 함량에 따라 다르게 나타나서 건물 함량이 높을 경우 첨가제 처리구보다 대조구에서 낮게 나타났으나 건물 함량이 낮은 곳에서는 젖산균 첨가제의 효과가 크다고 하였다.

IV. 요약

본 시험은 젖산균 첨가제가 목초 라운드베일 랩핑 사일리지의 품질에 미치는 영향을 구명하기 위하여 2년간 수행되었다. 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 무처리, 첨가제 A, B, C로 하여 총 4처리를 두었다. 조지방, 조단백질, *in vitro* 건물 소화율은 첨가제를 처리한 구에서 높게 나타났다. 또한 첨가제 처리는 사일리지의 pH를 유의적으로 낮추었다($p < 0.05$). 건물 함량은 첨가제 처리구가 높았으며 첨가제 처리로 유기산 함량은 유의적인 차이를 보여주었다 ($p < 0.05$). 젖산 함량은 첨가제 처리로 증가되었으나 초산과 낙산 함량은 감소되었다. 건물손실과 사일리지 품질은 젖산균 첨가제 처리로 개선되는 효과를 보여 주었다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때 사일리지 조제시 미생물 첨가제의 이용은 사일리지의 발효와 품질을 개선시켜주는 것으로 나타났다.

V. 인용 문헌

- 강우성, 김종근, 정의수, 김종덕, 김경남. 1999. 라운드 베일을 이용한 생빛질 사일리지의 품질 향상에 관한 연구. 한초지. 19(1):41-48.
- 김종근, 정의수, 서 성, 강우성, 함준상, 이성철. 2000a. 제조방법이 라운드베일 귀리사일리지의 품질에 미치는 영향. 한초지 20(3):185-192.
- 김종근, 정의수, 강우성, 함준상, 김종덕, 서 성, 이종경. 1999. 첨가제 처리가 알팔파 사일리지의 품질에 미치는 영향. 한초지 19(2):115-120.
- 김종근, 김동암, 정의수, 강우성, 함준상, 서 성. 1999. 수확시 숙기 및 젖산균 제제가 호밀 라운드베일 사일리지 품질에 미치는 영향. 한국초지학회지 19(4):347-354.
- 大山喜信. 1976. 栽培植物 分析測定法. 作物分析委員會編. pp.335-339.
- 이광녕, 김동암. 1997. 예건 및 첨가제가 호밀 사일리지의 발효특성과 사료가치 및 호기적 안정성에 미치는 영향. 한초지. 17(2):187-198.
- A.O.A.C. 1991. Official method of analysis. Washington D. C.
- 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 heifers. J. Dairy Sci. 74:546-556.
- Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agric. Handbook 379, U. S. Gov. Print. Office, Washington, D. C.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Lindgren, S., A. Bromander and K. Petterson. 1988. Evaluation of silage additives using scale model silos. Swedish J. Agric. Res. 18:41-49.
- Mayne, C.S. 1990. An evaluation of an inoculant of *Lactobacillus plantarum* as an additive for grass silage for dairy cattle. Anim. Prod. 51:1-13.
- McDonald, P., A.R. Henderson and S.J.E. Heron. 1991. The Biochemistry of silage. Marlow : Chalcombe Publ.
- Moore, J.E. 1970. Procedure for the two-stage *in*

- vitro* digestion of forage. University of Florida, Department of Animal Science.
18. 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.
 19. 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.
 20. SAS Institute, Inc. 1999. SAS user's guide : Statistics. SAS Inst., Inc.
 21. 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.
 22. Tilley, J.M.A. and R.A. Terry. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Bri. Grassl. Soc.* 18:104-111.
 23. Wilkinson, J.M. 1990. *Silage UK*(6th ed.). Chalcombe Publ., Church Lane. Kingston. Canterbury, Kent, UK.