

예건기간이 라운드베일 목초 사일리지의 품질에 미치는 영향

김종근 · 정의수 · 서 성 · 함준상 · 김맹중 · 이종경

Effects of Wilting Days on the Quality of Round Baled Grass Silage

Jong Geun Kim, Eui Soo Chung, Sung Seo, Jun Sang Ham, Maeong Joong Kim
and Jong Kyeong Lee

ABSTRACT

This experiment was conducted to determine the effect of management practices on the quality of round baled grass silage at experimental field of grassland and Forage Crops division, National Livestock Research Institute, RDA, Suwon from 1997 to 1998. The experiment was consisted of three different wilting days : 0 (unwilted), 0.5 and 1 day with three replications. Crude fiber content was increased with prolonged wilting period, but other components did not show any trends. There was no significant differences in acid detergent fiber (ADF) and neutral detergent fiber (NDF) content between wilting periods, but there was significant difference in IVDMD (*in vitro* dry matter digestibility) between one-day wilted and unwilted silage. Dry matter (DM) content changed from 23.7% to 40.5% in relation to prolonged wilting period. Wilting treatment caused a decrease in each organic acid content of round baled grass silage and an increase in the silage quality. Wilting also could reduce the DM loss. This study demonstrated that one-day wilting would be a recommendable method for making high quality round baled grass silage.

(Key words : Grass, Silage, Quality, Round bale, Organic acid)

I. 서 론

라운드베일을 이용한 사일리지 조제는 '70년대 유럽을 중심으로 발달이 되었으며 초지의 목초로부터 유래가 되었다. 그러나 우리나라에는 '90년대 중반에 도입이 되어 부분적으로 이용을 하였으나 '97년 정부의 조사료 확대정책의 일환으로 벚짳을 중심으로 이용이 되었으며, 근래는 전국적으로 확대되고 있는 조사료 저장 방법이다.

우리나라는 온대 몬순 기후대에 해당되어 건초조제 시기에 비가 많이 오기 때문에 목초를 이용하여 건초를 조제하는 것은 매우 어렵다. 양질 건초를 조제하기 위해서는 4~5일정도 비가 내리지 않아야 하지만 봄과 여름철의 잦은 강우는 건초의 사료가치를 떨어뜨리는 문제를 일으켜 대부분의 농가에서 건초보다는 사일리

지를 많이 선호하고 있는 실정이다.

라운드베일 사일리지는 도입 초기 생벚짳의 사일리지 조제에 적용이 되어 정부의 지원사업으로 기계구입에 대한 보조가 있었으며 현재는 생벚짳에 한하여 비닐랩 구입비의 40%를 지원하고 있으며 '04년도 생벚짳 지원사업에 약 26,000개의 비닐이 소요될 정도로 확대되었다. 그러나 늘어난 농작업기계는 생벚짳에 국한되어 활용도가 매우 낮아 다양한 조사료로의 이용 확대가 필요하다고 여겨진다. 또한 라운드베일을 이용한 사일리지 조제 이용에 대한 국내의 연구는 생벚짳 (강 등, 1999), 산야초 (손 등, 1998), 귀리 (김 등, 2000), 호밀 (김 등, 1999a; 김 등, 1999b; 김 등, 2000a; 김 등, 2000b) 등 다양한 초종을 대상으로 수행되었으나 목초를 이용한 시험은 수행되지 않았다. 따라서 본 시

농촌진흥청 축산연구소 (National Livestock Research Institute, RDA)

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

Tel : 041-580-6775, Fax : 041-580-6769, E-mail : jonggk@rda.go.kr.

험은 목초를 이용하여 예건기간의 차이가 라운드베일 사일리지의 품질에 미치는 영향을 구명하고자 수행되었다.

II. 재료 및 방법

1. 사일리지 제조

사일리지 조제를 위한 초지는 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 조성하였으며 시비량은 기비로 80, 120, 120 kg/ha를 사용하였다. 목초의 수확은 1998년 6월 9일 Mower conditioner (SM 300 Trans; FELLA-WERKE GMBH Co. Italy)를 이용하여 수확하였으며 처리는 예건기간 (비예건, 0.5일, 1일)을 두고 각 처리당 3롤의 라운드베일 사일리지를 조제하였다. 수확된 목초는 집초기를 이용하여 베일링 전에 집초하였으며 지름 120 cm, 폭 120 cm 규격의 대형 라운드베일 (F 21; FORT & PEGORARO Co. Italy)을 이용하여 베일링 하였고 베일링 직후 보관장으로 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 μm 이고 폭은 500 mm이며 길이는 1,800 m이었다.

2. 시료 분석

원재료는 베일러로 감기직전 각 처리구별로 약 500 g의 시료를 취하여 생초중량을 평량하고 65 °C 순환식 송풍건조기에서 3일간 건조 후 건물중량을 평량하여 계산식으로 건물함량을 산출했다. 건조된 시료는 20 mesh screen의 Wiley mill로 분쇄하여 플라스틱 용기에 이중마개로 막아 분석시까지 보관하였다. 시료의 일

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

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

냉동시킨 시료를 처리별로 10 g을 취하여 100 ml 증류수에 넣고 냉장고에서 가끔씩 흔들어 주면서 24시간동안 보관한 후 4중 가아제로 1차 거른 후 여과지(No. 6)를 통하여 걸러서 추출액을 조제하여 암모니아태 질소, 젖산 및 유기산 분석에 이용하였다. 추출액은 분석에 이용할 때까지 -20 °C에서 냉동보관 하였다.

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

III. 결과 및 고찰

1. 조제전 목초의 생육특성 및 일반성분 함량

가. 생육특성, 수량 및 사료가치

Table 1은 사일리지 조제를 위한 혼파목초의

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

Date of harvest	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 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

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

Wilting days	Crude protein(%)	Ether extract(%)	Crude fiber(%)	Crude ash(%)	NFE(%)
0	7.9	3.8	42.0	9.4	36.9
0.5	8.0	3.0	42.8	10.8	35.4
1	7.5	3.6	44.8	9.1	35.0
Means	7.8	3.5	43.2	9.8	35.8

수확일 및 수량을 나타내었다. 혼파목초는 잦은 강우로 인해 수확이 6월 9일로 지연됨에 따라 화본과 목초의 생육시기는 개화기로 초장은 111 cm 이었으며, 건물함량은 24.7%에 도달하였고 건물수량이 6,947 kg/ha로 평년보다는 높은 편이었다. 그러나 Table 2에서 보는 바와 같이 수확이 지연되어 사료가치는 평년보다 낮았다.

각 수확시기별 일반성분 함량은 Table 2에서 보는 바와 같다. 수확이 지연되어 조단백질 함량이 12.5%로 낮게 나타났고 조섬유 함량의 경우 32.8%로 높게 나타났다.

사료의 섭취량 및 소화율에 관계되는 NDF 및 ADF 함량에 있어서는 38.2 및 61.6%로 나타났으며 소화율은 60.4%로 약간 낮았으며, ADF 함량으로 추정된 TDN 함량은 58.7%로 사료가치는 중정도 임을 알 수 있었다.

2. 사일리지의 사료가치

목초에 있어서는 예건이 일반성분 함량에는

큰 영향을 미치지 못하였으나 조섬유 함량은 예건이 길어짐에 따라 오히려 증가되었다(Table 3). 조단백질과 조회분은 비예건에 비해 0.5일 예건구에서 증가하였다가 1일 예건구에서 감소되었다. 조지방의 경우는 상반되는 결과를 보여주었다. Gordon(1981)은 사일리지 조제 시험에서 예건처리로 인해 조섬유의 변화는 유의적인 차이가 없다고 하여 본 시험과는 차이를 보였으며, Cottyn 등(1985)은 사일리지 제조로 조단백질, 조지방 및 조회분 함량이 증가되었고 NFE (nitrogen free extract) 함량은 낮아졌다고 보고하였는데 본 시험에서는 조지방의 경우 감소되는 되는 것으로 나타났다.

예건이 목초 사일리지의 섬유소 함량에 미치는 영향은 Table 4에서 보는바와 같다. 예건기간이 길어짐에 따라 사일리지내의 ADF 및 NDF함량이 감소하였다가 1일 예건구에서는 다시 증가되는 경향을 나타내었으며 건물 소화율은 57.3%에서 54.2%로 지속적으로 감소하였다. ADF 함량으로 추정된 TDN 함량도 ADF 함량

Table 4. Effect of wilting days on the content of acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF), *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD), estimated TDN, and relative feed value (RFV) of round baled grass silages

Wilting days	ADF(%)	NDF(%)	IVDMD(%)	TDN(%)
0	46.3	65.2	57.3 ^a	52.3
0.5	44.8	64.8	55.7 ^{ab}	52.7
1	46.8	65.6	54.2 ^b	51.9
Means	46.0	65.2	55.7	52.3

과는 반대로 0.5일 예건구에서 증가하였다가 1일 예건구에서 다시 감소되는 경향을 보였다. 한편 Cottyn 등(1985), Wilkins (1974) 및 Gordon (1981)의 예건시험에서도 예건으로 인해 소화율이 감소하는 경향을 보였다고 하여 본 시험의 결과와 일치하는 경향을 나타내었다.

3. 목초 사일리지의 품질

가. 건물함량 및 산도

저장 60일 후 라운드베일 사일리지의 건물함량 및 산도는 Fig. 1 및 2에서 보는바와 같다. 목초 사일리지는 0.5일~1일 예건으로 라운드베일 사일리지 적정 건물함량인 65% 내외를 맞출 수 있는 것으로 나타났으며, 건물함량은 예건기간이 길어짐에 따라 유의적으로 증가되는 경향을 보여주었다.

한편 Haigh (1995)는 영국의 England 지방에서 8년간 제조된 라운드베일 사일리지의 평균 건물함량이 35.1%로 일반 벵커 사일로보다 높게 나타났으며 이로 인해 삼출액의 발생을 줄여 영양소 손실뿐만 아니라 환경오염도 줄일 수 있다고 하였다. 일반적으로 건물함량이 25% 이상일 경우에는 삼출액이 거의 발생하지 않는다고 한다(McDonald, 1991).

예건일수가 산도에 미치는 영향은 목초에 있어서는 크지 않아 4.68~5.17로 큰 변화를 보

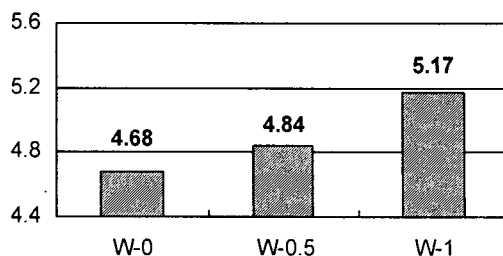


Fig. 1. Effect of wilting days on the acidity (pH) of round baled grass silage.

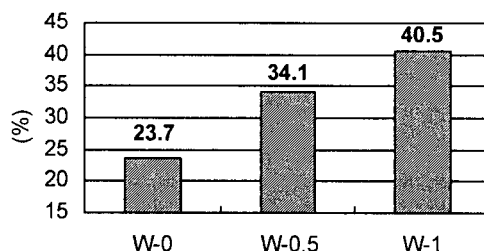


Fig. 2. Effect of wilting days on the dry matter content of round baled grass silage.

지 않았으며 대체적으로 pH가 높은 수준으로 유지되어 목초 사일리지 조제가 어려움을 알 수 있었다. Kim 등(2001)의 호밀 라운드베일 사일리지 조제 시험에서는 pH 차이가 크게 나타나 예건기간이 길어질수록 산도는 높게 나타났다고 하여 본 시험과 비슷한 결과를 보여 주었다. 한편 예건처리는 원재료의 건물함량을 높여 사일리지의 최종 산도를 높인다는 많은 보고가 있으며 (Haigh 및 Parker, 1985; Charmley 등, 1997; Gordon, 1981; Marsh, 1979), 라운드베일 사일리지는 발효가 제한되어 일반 사일리지 보다 산도가 다소 높게 나타난다고 하여 (Haigh, 1990) 본 시험과 비슷한 결과를 보고하였다.

나. 유기산 함량

유기산에 있어서 총 유기산 함량은 처리간에 차이가 없었지만 총 유기산을 구성하는 초산, 낙산 및 젖산 함량은 예건기간에 따라 차이가 있었다(Fig. 3). 초산 및 낙산 함량은 예건기간이 길어짐에 따라 감소하는 경향을 뚜렷이 보

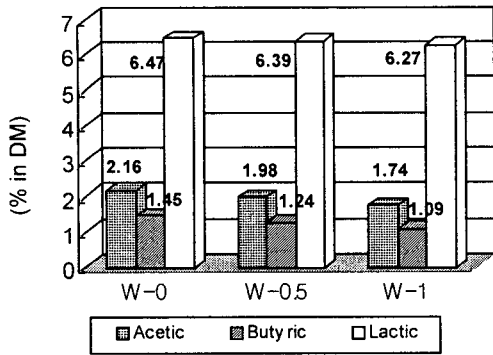


Fig 3. Effect of wilting days on the organic acid content of round baled grass silage.

여 주었으나 젖산 함량은 감소폭이 적었다. 일반적으로 건물함량이 늘어나면 유기산 함량이 줄어드는 경향으로 본 시험에서도 총산함량이 감소되는 경향을 보여주었다.

다. 건물손실 및 품질평가

유기산 함량에 의해 추정된 사일리지의 품질 등급에 있어서는 예건처리로 인해 품질이 개선되는 결과를 보였으나 차이가 크지 않았다(Table 5). 이는 목초 사일리지 조제시에는 화분과와 두과 초종이 혼재되어 두과의 완충력 효과로 인해 사일리지 발효가 제한되어 품질등급이 낮아진 것으로, 향후 사일리지 조제에 많은 기술이 투입될 필요가 있음을 보여주었다. 건물손실율은 예건으로 인해 유의적으로 감소하는 경향을 보여 사일리지 조제시 예건이 건물손실에 미치는 영향은 매우 큰 것으로 나타났다. 한편 Cottyn 등(1985) 및 Waldo(1977)는 예건처

리로 건물 손실율이 비예건보다 5%이상 개선되었다고 보고하였는데 본 시험에서도 비슷한 결과를 보여 주었다.

IV. 요약

본 시험은 예건기간이 목초 라운드베일 사일리지의 품질에 미치는 영향을 구명하기 위하여 축산연구소에서 2년간 수행되었다. 사일리지 조제전 목초를 수확하여 비예건, 반나절 예건 및 1일 예건 등 3처리를 두고 각각 3롤의 라운드베일 사일리지를 조제하였다. 일반성분중 조섬유 함량은 예건으로 증가되었으나 나머지 성분은 일정한 경향을 보이지 않았다. 섬유소 함량에 있어서도 유의적인 차이는 없었으나 건물소화율에 있어서는 1일 예건구가 비예건구에 비해 유의적으로 낮았다. 건물함량은 예건기간이 길어짐에 따라 23.7%에서 40.5%로 높아졌으며 pH도 증가되었다. 사일리지의 유기산 함량은 예건기간이 길어질수록 감소되는 경향을 보여주었으며 사일리지의 품질 점수 및 등급이 약간 개선되었다. 건물 손실에 있어서는 예건으로 약 4~10% 줄일 수 있었다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때 고품질의 목초 라운드베일 사일리지 조제를 위해서는 1일정도 예건하는 것이 권장되었다.

V. 인용 문헌

1. 강우성, 김종근, 정의수, 김종덕, 김정남. 1999. 라운드 베일을 이용한 생볏짚 사일리지의 품질 향상에 관한 연구. 한초지 19(1):41-48.
2. 김종근, 서성, 정의수, 강우성, 함준상, 김동암. 2000b. 수확시 숙기가 호밀 라운드베일 사일리지의 사료가치 변화에 미치는 영향. 한초지 20(4):309-316.
3. 김종근, 정의수, 서성, 강우성, 함준상, 김동암. 2001. 수확시 숙기가 호밀 라운드베일 사일리지의 품질 변화에 미치는 영향. 한초지 21(1):1-6.
4. 김종근, 김동암, 정의수, 강우성, 함준상, 서성. 1999a. 수확시 숙기 및 젖산균 제제가 호밀 라운드베일 사

Table 5. Effect of wilting days on the quality grades and dry matter losses of round baled grass silage

Wilting days	0	0.5	1
Flieg's score	33	39	41
Quality grade	4	4	3
DM loss(%)	22.5	18.7	12.1

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

- 일리지 품질에 미치는 영향. 한초지 19(4):347-354.
5. 김종근, 김동암, 정의수, 서 성, 김종덕, 함준상. 1999b. 수확시 숙기 및 비닐색이 호밀 라운드베일 사일리지 품질에 미치는 영향. 한초지 19(4):355-362.
 6. 김종근, 정의수, 서 성, 강우성, 함준상, 이성철. 2000a. 제조방법이 라운드베일 연맥사일리지의 품질에 미치는 영향. 한초지 20(3):185-192.
 7. 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.
 8. 손용석, 홍성호, 안희철, 황천구, 강성원, 정순영. 1998. 조사료화 증진을 위한 야초 콘포사일리지 제조방법에 관한 연구. 한국초지학회 제36회 학술발표 초록.
 9. A. O. A. C. 1991. Official method of analysis. Washington D. C.
 10. Charmley, E., P. Savoie and R.E. McQueen. 1997. Influence of maceration at cutting on lactic acid bacteria populations, silage fermentation and voluntary intake and digestibility of precision-chopped lucerne silage. Grass Forage Sci. 52:110-121.
 11. 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.
 12. Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agric. Handbook 379, U.S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
 13. Gordon, F.J. 1981. The effect of wilting of herbage on silage composition and its feeding value for milk production. Anim. Prod. 32:171-178.
 14. 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.
 15. Haigh, P.M. 1995. The composition of first-cut grass for ensilage in England and Wales from 1988 to 1991. Grass Forage Sci. 50:63-67.
 16. 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.
 17. Kim, J.G., E.S. Chung, S. Seo, J.S. Ham, W.S. Kang, and D.A. Kim. 2001. Effects of maturity at harvest and wilting days on quality of round baled rye silage. Asian-Aus. J. Anim. Sci. 14(9):1233-1237.
 18. Marsh, R. 1979. The effects of wilting on fermentation in the silo and on the nutritive value of silage. Grass Forage Sci. 34:1-10.
 19. McDonald, P. 1981. The biochemistry of silage. John Wiley & Sons Ltd. England.
 20. Moore, J.E. 1970. Procedure for the two-stage *in vitro* digestion of forage. University of Florida, Department of Animal Science.
 21. SAS Institute, Inc. 1999. SAS user's guide : Statistics. SAS Inst., Inc.
 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. Waldo, D.R. 1977. Potential of chemical preservation and improvement of forage. J. Dairy Sci. 60:306-326.
 24. Wilkins, R.J. 1974. The nutritive value of silage. Proceeding of the 8th Nutrition Conference for Feed Manufacturers. pp. 167-189.