

# 저장방법 및 비닐겹수가 생볏짚 원형베일 사일리지 품질에 미치는 영향

김종근 · 정의수 · 서 성 · 박근제 · 윤세형

## Effect of Storing Method and Film Layers on the Quality of Round Baled Fresh Rice Straw Silage

Kim, J. G., E. S. Chung, S. Seo, G. J. Park and S. H. Yoon

### Abstract

This experiment was carried out to determine the effect of storing method and wrapping frequency on the quality of round baled rice straw silage at experimental field of Grassland and Forage Crops Division, National Livestock Research Institute, RDA, Suwon from 1999 to 2000. Storing methods consisted of erect and lay type, and wrapping frequencies were composed to 2, 4, 6, 8, and 10 film layers. There were no significant difference in feed value between storing methods, but acidity of lay type was significantly higher than that of erect type. According to the wrapping frequency, crude protein(CP) content of 2 film layers treatment was lowest during 6 month storing periods, and that of 4 film layers treatment was lowest during 10 month storing periods. The two film layers treatment which was stored for 10 month was impossible for ruminant to feed it, because it was rotten severely. Storing for 6 month, 2 film layers treatment represented highest pH value by 8.23 and storing for 10 month, 4 film layers treatment showed highest pH value by 7.17. Most of silage ranked grade 3 in quality grade. According to this experiment, it was recommended that application of round bale silage system to fresh rice straw should wrap above 4 film layers for 6 month, and above 6 film layers for 10 month storing periods.

### I. 서 론

21세기로 접어들면서 소비자들의 욕구가 축산물 의 안전성을 요구하고 있으며 구제역 등의 치명적 인 가축 질병이 세계적으로 확산되고 있음을 고려 할 때, 반추가축을 위한 자급 조사료의 필요성은 과거 어느 때보다 절실히 요구되고 있다. 그러나 우리나라의 조사료 생산기반인 초지와 사료작물포 의 면적이 계속적으로 감소하고 볏짚에 대한 의존 도가 여전히 높아 2000년 현재 볏짚은 약 1,801천 톤이 이용되어 전체 조사료의 약 53%에 이르고 있다(박 및 서, 2001). 조사료로 이용되는 볏짚은

전체 볏짚 생산량의 약 37~39%로 나머지는 퇴비, 비료재배 등으로 활용되고 있다.

그러나 양질 조사료 생산기반이 늘지 않고 또한 볏짚과 사료가치가 비슷한 straw류의 수입 조사료 가 유통되고 있는 실정을 감안할 때 아직도 활용 의 여지가 많은 볏짚의 품질 및 유통개선에 대한 연구의 필요성이 대두되고 있다.

볏짚의 수거시기에 일기불순으로 수거가 지연되 어 사료가치가 저하될 뿐만 아니라 장기 보존됨으 로써 영양분이 감소되고 기호성이 떨어지는 단점 이 있으며 이로 인해 볏짚의 수급 불균형으로 가 격이 상승하는 문제점을 안고 있다. 그러나 근래

원형베일을 활용한 생볏짚의 사일리지 이용은 이런 문제점을 잘 해결해 줄 수 있는 기술로서 기계의 보급과 함께 전국적으로 확대되고 있다.

현재 전국적으로 약 366대의 원형베일리(round baler)와 155대의 랩핑기(Wrapper)가 보급되어 벚짚 뿐만 아니라 사료작물 등을 원형베일 사일리지로 조제하고 있다(신 등, 2001). 그러나 원형베일 사일리지 조제용 기계는 고가의 장비로 기계의 활용도를 높여야만 생산비를 절감할 수 있기에 사료작물과 벚짚을 년중 이용할 수 있어야 한다. 최근 생볏짚과 사료작물의 원형베일 사일리지 조제에 대한 연구는 첨가제 처리에 의한 품질개선(김 등, 1999a; 강 등, 1999), 비닐색에 따른 품질변화 연구(김 등, 1999b), 예건을 통한 품질향상(Kim et al., 2001), 수확시 속기에 따른 품질 변화(김 등, 2000; 김 등, 2001) 등 많은 분야에서 연구가 보고되었으나 저장기간에 따른 적정 비닐겹수의 설정과 저장방법에 따른 품질적 변화에 대한 연구는 이루어지지 않았다.

따라서 본 시험은 벚짚의 품질을 향상시킬 수 있는 방안으로 벚수확 직후 생볏짚을 원형베일 사일리지로 조제할 때 저장기간에 따른 적정 비닐겹수를 설정하고 저장방법에 따른 품질적인 변화가 있는지를 구명하기 위하여 수행되었다.

## II. 재료 및 방법

본 시험은 1999년 10월 23일 콤바인으로 벼를 수확한 직후 생볏짚을 집초기로 이용하여 집초한 후 다음날 지름 120 cm, 폭 120 cm 규격의 대형라운드 베일리(F 21; FORT & PEGORARO Co., Italy)로 베일링 한 후 즉시 wrapper(F 11; FORT & PEGORARO Co., Italy)를 이용하여 비닐랩으로 포장하여 우사 근처에서 보관하였다. 저장방법에 따른 처리는 길이방향(lay type)과 높이방향(erect type)으로 두고 3반복으로 수행하였으며, 비닐겹수의 처리는 2, 4, 6, 8, 및 10겹의 비닐을 처리하여 6개월 및 10개월간 보관하였으며 각 처리당 3롤의 베일을 저장하였다. 시험에 사용된 비닐(INTEGRATED PACKAGING RESERVOIR VICTORIA Co., Australia)은 폭 50cm, 두께 25  $\mu$ m, 길이 1,800m인 검정색을 이용하였다.

조제된 사일리지는 각각 6개월 및 10개월 후 개봉하여 육안검사를 거친 후 사일리지 시료채취기(Uni-Forage Sampler; STAR QUALITY SAMPLER Co. Canada)를 이용하여 처리구당 약 30~50 g의 시료를 취하여 -40℃ 냉동실에서 냉동시킨 후 동결건조기에서 7일간 건조 후 건물함량을 구하였고, 사료가치 분석을 위하여 처리구 당 300~400 g의 시료를 취하여 65℃ 순환식 송풍 건조기 내에서 72시간 이상 건조한 다음 전기믹서로 1차 분쇄 후 20 mesh Wiley Mill로 다시 분쇄한 후 직사광선이 들지 않는 곳에 보관하였다. 사일리지 분석을 위한 추출액 조제는 동량의 시료를 개봉당일 취하여 냉동실에 보관하여 분석에 이용하였다. 조단백질 함량은 AOAC(1990)법에 의거하여 분석하였고, NDF와 ADF는 Goering 및 Van Soest법(1970)에 따랐다. 사일리지의 pH측정은 pH meter(HI 9024, HANNA Instrument Inc.)를 사용하였으며 유기산 분석은 Gas chromatograph(Varian 3400)를 사용하였고 젖산은 Barker 및 Summerson 법(한 등, 1983)을 이용하여 분석하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 저장방법에 따른 사일리지의 품질

#### 가. 저장방법별 사료가치

저장 방법에 따른 생볏짚 사일리지의 건물 함량 및 사료가치는 표 1에서 보는 바와 같다. 건물 함량은 길이방향과 높이방향 저장에서 유의적인 차이를 보이지 않았다( $p < 0.05$ ). 조단백질 함량은 높이방향 저장구에서 6.7%로 약간 높았으나 처리간 유의성은 없는 것으로 나타났다. 그러나 조단백질 함량은 벚짚의 일반평균인 5.5% 내외보다 약 0.5~1.2%정도 높게 나타났다. 이는 벼의 품종에 따른 차이에 기인한 것으로 보여지며, 수확시기에 영향을 많이 받는 건물 함량도 일반 생볏짚의 35% 내외인 것을 감안하면 본 시험에서는 건물 함량이 평균 30.5%로 나타나 수확시기가 다소 빨라 건물 함량이 낮은 것으로 사료된다. 한편 ADF 및 NDF 함량은 높이방향 저장구에서 약간 높은 것으로 나타났으나 유의성은 없었다. 한편 강 등

(1999)의 생볏짚 원형베일 사일리지 시험에서 ADF 및 NDF 함량이 각각 41.13 및 73.69%로 나타나 ADF 함량은 비슷하였으나 NDF 함량은 큰 차이를 보였다.

나. 저장방법별 사일리지 품질

저장방법에 따른 사일리지의 품질은 표 2에 나타나 있다. 산도는 길이방향 저장구가 5.08로 높이 방향 저장구의 5.37에 비해 유의적으로 높게 나타났다. 유기산 함량은 길이방향 저장구에서 초산 및 낙산의 함량은 낮았으나 젖산의 함량은 2.11로 높이방향 저장구의 1.94보다 높게 나타났다. 일반적으로 초산과 낙산의 함량이 높으면 사일리지 품질이 낮아지며 젖산의 함량이 높아지면 품질이 높아지게 되어 본 시험에서도 길이방향 저장구의 품질이 개선되어 Flieg 점수가 높아졌지만 품질등급은 모두 3등급으로 차이는 없었다. 따라서 생볏짚 원형베일 사일리지는 저장 방법에 따른 품질의 차이는 없는 것으로 나타났으나 경사지에서는 높이 방향으로 적재하는 것이 유리하며 적재기의 종류에 따라 각각의 적재방법을 택하는 것이 바람직함

것으로 사료되었다.

한편 강 등(1999)의 시험에서는 첨가제를 처리하지 않은 생볏짚 원형베일 사일리지의 품질은 3등급으로 나타났다고 하여 본 시험과 비슷한 결과를 보여주었으나 김 등(2001)은 무처리구의 품질이 4등급으로 나타났다고 하여 다소 낮은 경향을 보였다.

2. 비닐겹수에 따른 사일리지의 품질

가. 저장기간 및 비닐겹수에 따른 사료가치

저장 6개월후의 비닐겹수에 따른 사료가치의 변화는 조단백질 함량을 제외하고는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 건물 함량은 유의적인 차이가 없었지만 대체로 증가되는 경향을 보였으며 평균 건물 함량이 27.3%로 다른 시험결과에 비해 다소 낮게 나타났다(강 등, 1999; 김 등, 2001). 조단백질 함량은 비닐겹수가 증가됨에 따라 높아지는 경향을 보여 비닐겹수가 많아짐에 따라 단백질의 분해가 덜 일어난 결과로 판단되었다. 그러나 8겹과 10겹의 조단백질 함량은 7.4 및 7.6%로 일반적인 볏짚의 조단백질 함량보다는 높게 나타났다.

Table 1. Effect of storing methods on the dry matter(DM), crude protein(CP), acid detergent fiber(ADF) and neutral detergent fiber(NDF) contents of rice straw silage(%)

Treatment	DM	Crude protein	ADF	NDF
Lay type	30.9	6.0	42.2	64.4
Erect type	30.0	6.7	46.7	68.8
Average	30.5	6.4	44.5	66.6
LSD(p<0.05)	NS	NS	NS	NS

Table 2. Effect of storing methods on the organic acid content and quality grade of rice straw silage

Treatment	pH	Organic acid(% in DM)			Flieg's score	Grade
		Acetic	Butyric	Lactic		
Lay type	5.08	0.51	0.25	2.11	46	3
Erect type	5.37	0.57	0.33	1.94	41	3
Average	5.23	0.54	0.29	2.03	44	3
LSD(P<0.05)	0.19	-	-	-	-	-

\* The samples within three replications were mixed.

ADF 및 NDF 함량은 비닐겹수가 많아짐에 따라 감소하는 경향을 보였으나 유의성은 없었다( $p < 0.05$ ). 그러나 ADF 함량은 평균 50.3%로 강 등 (1999)의 평균 함량인 45.77%에 비해 다소 높게 나타났고 NDF 함량은 비슷하였다. 한편 ADF 및 NDF 함량으로 추정된 DDM(건물소화율)과 DMI(건물섭취)는 평균 49.7 및 1.66으로 나타나 소화율은 볏짚 평균인 33~44%보다 다소 높게 나타나 *in vitro* 소화율과 계산식에 의한 소화율에는 차이가 있음을 보여주었다. 건물섭취량은 체중의 1.66%로 400~500kg인 한우의 경우 약 6.7~8.3kg의 건물을 섭취할 수 있는 것으로 나타났다.

저장 10개월후의 조단백질 함량은 6개월후의 6.8% 보다 4.8%로 약 2%가 낮았으며, 저장기간이 길어짐에 따라 단백질의 분해가 일어남을 알 수 있었으며, 저장 6개월후에도 비닐겹수가 많아질수록 조단백질 함량이 유의적으로 높아졌다. ADF 및 NDF 함량은 비닐겹수가 늘어남에 따라 감소되는 경향을 보였으며 저장 6개월후 보다 감소된 것

으로 나타났다. NDF 함량에서는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 한편 2겹 처리구는 사일리지의 부패가 심하게 일어나 시료채취가 불가능 하였다.

나. 저장후 비닐겹수에 따른 사일리지 품질

비닐겹수에 따른 사일리지 pH는 6개월 저장 2겹 처리구에서 8.23으로 나타나 극히 불량한 품질의 사일리지로 판단되었으며 4겹이상은 4.63~4.66으로 비교적 안정적인 산도를 보여주었다. 유기산 함량은 비닐겹수가 많아질수록 초산 및 낙산 함량은 감소하였고 젖산 함량은 증가되었으나 초산 함량을 제외하고는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러나 2겹 처리구의 경우 초산과 낙산 함량이 1.08 및 0.56%로 높게 나타나 부패가 상당히 진행되었음을 알 수 있었다. 유기산 함량에 근거한 사일리지의 품질등급은 6개월 저장후에는 2겹을 제외하고는 공히 3등급으로 나타나 6개월이내 저장시는 4겹만으로도 충분할 것으로 판단되었다. 그

Table 3. Effect of wrapping frequencies on the nutrition value of rice straw silage after 6 months(%)

Wrapping frequencies	DM	Crude protein	ADF	NDF	DDM	DMI
2	26.9	4.7	55.2	74.3	45.9	1.69
4	25.8	5.0	48.4	73.7	51.2	1.63
6	26.8	5.6	47.9	73.5	51.6	1.63
8	27.6	7.4	50.9	72.2	49.2	1.66
10	29.4	7.6	49.0	71.7	50.7	1.67
Average	27.3	6.8	50.3	73.1	49.7	1.66
LSD(P<0.05)	NS	0.3	NS	NS	-	-

\* DDM(Digestible Dry Matter), DMI(Dry Matter Intake as a percent of Body Weight)

Table 4. Effect of wrapping frequencies on the nutrition value of rice straw silage after 10 months(%)

Wrapping frequencies	DM	Crude protein	ADF	NDF	DDM	DMI
4	29.0	4.3	53.0	72.4	47.6	1.66
6	29.4	4.5	51.7	70.2	48.6	1.71
8	26.9	5.0	49.0	68.8	50.7	1.74
10	28.1	5.5	46.1	68.3	53.0	1.76
Average	28.4	4.8	50.0	69.9	50.0	1.72
LSD(P<0.05)	NS	0.5	2.3	NS	-	-

\* 2 times treatment could not sampling

Table 5. Effect of film layers on the organic acid content and quality grade of rice straw silage after 6 months

Film layers	pH	Organic acid(% in DM)			Flieg's score	Grade
		Acetic	Butyric	Lactic		
2	8.23	1.08	0.56	1.27	11	5
4	4.63	0.59	0.30	2.00	42	3
6	4.64	0.52	0.24	2.07	47	3
8	4.67	0.47	0.20	2.16	57	3
10	4.66	0.46	0.24	2.24	54	3
Average	5.37	0.62	0.31	1.95	42	3
LSD(P<0.05)	0.12	0.24	NS	NS	-	-

Table 6. Effect of film layers on the organic acid content and quality grade of rice straw silage after 10 months

Film layers	pH	Organic acid(% in DM)			Flieg's score	Grade
		Acetic	Butyric	Lactic		
4	7.17	0.96	0.79	1.03	7	5
6	4.45	0.62	0.41	1.87	37	4
8	4.38	0.55	0.36	2.05	41	3
10	4.23	0.52	0.33	2.07	41	3
Average	5.05	0.66	0.47	1.76	42	4
LSD(P<0.05)	3.69	NS	NS	NS	-	-

러나 품질점수는 42~57로 차이가 많아 비닐겹수가 많아질수록 품질은 우수한 것으로 나타났다.

10개월 저장구의 산도는 4겹 처리구에서 7.17로 매우 높게 나타났으며 낙산 함량도 0.79%로 높아져 6개월까지 잘 보존되었던 사일리지의 젖산이 산소의 유입으로 인해 낙산으로 분해되어졌음을 추측할 수 있었고, 6겹이상 처리구에서 4.23~4.45로 낮은 산도를 보여 계속적으로 품질이 잘 보존되었음을 알 수 있었다.

유기산 함량에 있어서도 6개월 저장시보다 초산 및 낙산 함량은 평균 0.66 및 0.47로 높아졌으며 젖산 함량은 1.95%에 비해 1.76%로 낮아졌다. 이로 인하여 품질등급도 3~4등급을 나타내어 장기 저장시에는 사일리지의 품질이 저하되는 것으로 판단되었다.

한편 Keller 등(1998)도 비닐겹수가 늘어남에 따라 Homo 형 발효가 더 많이 일어나고 곰팡이와 이스트의 발생은 비닐겹수가 적을수록 많아진다고

하였다. 또한 저장기간은 나타내지 않았으나 4겹으로는 알팔파 사일리지의 저장을 보장할 수 없다고 하였다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 생볏짚 원형베일 사일리지 조제시 길이 및 높이방향 저장에 따른 품질적인 차이는 없는 것으로 나타났으며, 저장기간에 따른 비닐겹수는 6개월이내 저장시는 4겹이상, 그리고 10개월 저장시는 6겹이상이 추천되었다.

#### IV. 적 요

본 시험은 저장방법과 비닐겹수에 따른 생볏짚 원형곤포 담근먹이 품질변화를 구명하기 위하여 실시하였다. 저장방법은 높이방향과 길이방향으로 저장하여 40일후의 품질을 비교하였고, 비닐겹수는 2, 4, 6, 8, 및 10겹의 처리로 6개월과 10개월후에 품질을 평가하였다. 저장방법에 따른 사료가치

의 차이는 크게 나타나지 않았으나 산도에 있어서는 길이방향 저장구에서 유의적으로 낮게 나타났다. 또한 유기산 함량 및 품질등급에 있어서도 유의적인 차이를 보이지 않았다. 비닐겹수에 따른 사료가치에 있어서는 조단백질 함량이 6개월 저장구에서는 2겹에서 10개월 저장구에서는 4겹이 가장 낮게 나타났다. 또한 2겹의 경우는 10개월 저장구에서는 시료채취가 불가능할 정도로 심하게 부패되었다. 산도에 있어서도 6개월 저장구에서는 2겹이 8.23으로 매우 높게 나타났으며 10개월 저장구에서는 4겹에서 7.17로 높았다. 품질 등급에 있어서도 대부분 3등급을 나타내어 6개월 저장시는 4겹이상, 그리고 10개월 이상 저장시는 6겹이상의 비닐을 감는 것이 품질저하를 막을 수 있는 것으로 판단되었다.

## V. 인 용 문 헌

1. A.O.A.C. 1990. Official method of analysis. 15th ed. Washington, D. C.
2. Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agic. Handbook 379, U. S. Gov. Print. Office, Washington, D. C.
3. 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 the quality of round baled rye silage. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 14(9):1233-1237.
4. Keller, T., Nonn, H. and H. Jeroch. 1998. The effect of sealing and of additives on the fermentation characteristics and mould and yeast counts in stretch film wrapped big-bale lucerne silage. Grassland & Forage Abstracts. 68(12):604.
5. 강우성, 김종근, 정의수, 함준상, 김종덕, 김경남. 1999. 라운드 베일을 이용한 생볏짚 사일리지의 품질 향상에 관한 연구. 한초지. 19(1): 41-48.
6. 김종근, 김동암, 정의수, 강우성, 함준상, 서성. 1999a. 수확시 숙기 및 첫산균 제제가 호밀 라운드베일 사일리지 품질에 미치는 영향. 한초지. 19(4):347-354.
7. 김종근, 김동암, 정의수, 서성, 김종덕, 함준상. 1999b. 수확시 숙기 및 비닐색이 호밀 라운드베일 사일리지 품질에 미치는 영향. 한초지. 19(4):355-362.
8. 김종근, 서성, 정의수, 강우성, 함준상, 김동암. 2000. 수확시 숙기가 호밀 라운드베일 사일리지의 사료가치 변화에 미치는 영향. 한초지. 20(4):309-316.
9. 김종근, 정의수, 서성, 강우성, 함준상, 김동암. 2001. 수확시 숙기가 호밀 라운드베일 사일리지의 품질변화에 미치는 영향. 한초지. 21(1):1-6.
10. 박근제, 서성. 2001. 맥류 곤포 담근먹이의 사료적 가치와 가축 급여효과. 논을 이용한 생태순환적 조사료 생산체계 구축 방안. p. 41-70.
11. 신승열, 서종혁, 권오재. 2001. 곤포 담근먹이의 경제성 분석과 생산·유통체계 구축방안. 논을 이용한 생태순환적 조사료 생산체계 구축 방안. p. 105-132.
12. 한인규, 이영철, 정근기, 김영길, 안병홍, 명규호, 고태송. 1983. 영양학 실험법. 동명사. 서울. 한국.