

주요사료작물의 곤포 Silage 조제이용에 관한 연구

Ⅲ. 작물별 곤포 silage의 일반성분과 에너지함량 평가

김정갑 · 한민수* · 김건엽* · 한정대 · 진현주 · 신정남**

Study on Baled Silage Making of Selected Forage Crops and Pasture Grasses

Ⅲ. Evaluation of chemical components and energy contents of baled silages with selected forages

J. G. Kim, M. S. Han*, G. Y. Kim*, J. D. Han, H. J. Jin and C. N. Shin**

Summary

The quality of silages, made from whole crop barley, rye, spring oat, Italian ryegrass, orchardgrass, alfalfa and grass-legume pasture mixtures, were evaluated under two different conservation techniques in baled silage making (BS) and conventional silages(CS). Crops materials were harvested at the stage of the greatest dry matter accumulation(hard dough for barley, soft dough for rye and oat, late bloom for Italian ryegrass and others pasture species), and baled in a self constructed square baling chamber weighted by 25-30kg in dry matter basis. Each bales were wrapped with 0.05mm thick polyethylen plastic film and stored six months long in stack silos. Barley, rye, oat and Italian ryegrass including of pasture crops produced higher quality silages in the baled silage making, due to better organic acid fermentation and lower nutrient losses during the period of storage than those in the conventional silages. TDN contents of barley silages were 65.3% in BS and 63.7% in CS, NEL value of barley silages was improved from 6.48MJ(CS) to 6.61MJ/kg(BS) in dry matter basis. Silage quality of rye, oat and pasture crops were also improved markedly in the baled silage utilization.

I. 서 론

곤포 silage(BS=baled silage making)는 수확과 동시에 재료를 압착 조제하는 방법으로 사료작물의 수확과 조제·가공 및 저장작업에 소요되는 노동력을 크게 절감시킬 수 있는 장점이 있다(김 등, 1993, 1995; Romahn, 1988; Zwaenepoel, 1987). 이와 관련하여 한 등(1991)이 현재 우리나라에서 재배 이용되고 있는 사료작물을 대상으로 BS 생산이용 가능성을 검토한

결과 맥류작물(대맥, 호맥, 연맥), Italian ryegrass 및 목초류의 대부분이 이들 BS 조제이용에 적합한 것으로 평가되었으며 이 때의 조사료 생산비는 관행적 silage(CS=conventional silage making) 생산이용에 비해 11.0% 이상 절감되는 것으로 보고하였다(김 등, 1991; 1993). 이와 같은 점에서 최근 몇년동안 우리나라에서도 곤포 silage 생산이용을 위한 많은 연구가 수행되고 있으며 현재 정부에서 지원하고 있는 조사료 기계화 생산과 관련하여 조사료 기계화생산사업

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

* 농업과학기술원(Agricultural Science and Technology Institute, RDA, Suwon 441-350, Korea).

** 계명전문대학(Keimyung Technical College, Taegu 705-710, Korea).

단 및 공동단지와 규모가 큰 일부 전업농가를 중심으로 BS 생산이용체계 도입을 시도하고 있는 단계에 있다. 한편 곧포 silage는 품질면에서 관행적 silage인 CS보다 유리한 것으로 평가되고 있다(김 등, 1993; 한 등, 1991; Evans, 1987; Fenlone 등, 1989; Hadero-Entiro 등, 1988; Robinson 등, 1988). 이같은 결과를 근거로 하여 본 시험기간중에 주요 사료작물 및 목초의 BS 생산을 위한 수확적기를 구명하여 제2보(김 등, 1995)를 통해 보고한 바 있는데 이 결과에서 공시된 작물의 대부분이 BS 생산이용 적기는 각 작물의 최대 양분 축적시기와 일치하는 것으로 구명되었다(김 등, 1995). 본 연구에서는 우리나라에서 재배 이용되고 있는 사료작물 및 목초류 7종을 대상으로 제2보에서 추천된 수확시기에 BS를 조제하여 저장중의 일반 성분과 에너지 함량변화를 조사 분석, BS의 품질을 관행적 silage인 CS와 비교 평가하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 대맥(품종 : 울보리), 호맥(Matou), 연맥(Foothill), Italianryegrass(Tetraflorum), Orchardgrass(Potomac), alfalfa(Vernal) 및 혼과목초(Orchardgrass 16, tall fescue 8, perennial ryegrass 7, Ky. bluegrass 3, ladino clover 2, alfalfa 3kg/ha)를 공시재료로 하여 축산기술연구소 조사료생산 포장과 전남 무안군 소재의 유당농원에서 1991년부터 1992년까지 수행되었다. 본 시험을 위한 작물의 재배관리는 농촌진흥청 사료작물 및 목초 표준 경종법에 준하여 제1보(김 등, 1995)에서와 동일한 방법으로 실시하였다.

사일리지 조제에 있어서 수확시기는 제2보(김 등 1995)에서의 작물별 최적이용시기를 택하여 대맥은 황숙기, 호맥과 연맥은 유숙기, Italian ryegrass를 포함한 목초류는 각초중 공히 개화기에 수확하여 silage를 조제하였다. 이 때 곧포 silage(BS=baled silage making)는 자체 제작한 각형 베일러를 이용하여 개체당 크기를 90cm×60cm×60cm, 중량은 건물기준 25kg내외, 곧포압착 강도는 hardness 21-23dmm로 유지하여 조제하였다. 한편 관행적 방법은 chopping에 의한 silage(CS=conventional silage making)는 맥류작물과 목초류 모두 목초수확기를 이용하여 조제하였다. Silage의 저장은 관행적 방법인 CS는 트렌치 silo에, BS는 0.2mm 두께의 염화비닐을 이용 개체별로 밀봉포장(wrapping)한 상태에서 stack silo 형태로 저장하였는데 이때 보온덮개와 60% 차광망을 추가 설치하였다. Silage의 품질평가에 있어서 일반사료 성분은 UDLUFA(1979), 세포막 구성물질(cell-wall constituents)은 Goering 및 Van Soest(1970)방법으로 분석하였으며 에너지 함량은 net energy for lactation (NEL)은 DLG(1979), starch equivalent(StE) 및 가소화 양분 총량(TDN)은 Kirchgessner(1978)와 Kellner 및 Becker(1971) 방법에 의해 측정 평가하였다.

III. 결과 및 고찰

Table 1은 작물별로 최적이용시기에 곧포 silage (BS)를 조제하였을 때의 일반성분 구성과 이에 따른 silage의 가소화양분(TDN) 및 energy 함량을 분석 평가한 것이다. 작물별로는 호맥 유숙기 BS의 경우 일

Table 1. Chemical composition(% in DM basis) of baled silages made from whole crop materials of barley, rye, spring oat and selected pasture crops

Materials	Stage of silage making	Crude ash (%)	Crude fat (%)	Crude protein (%)	Crude fiber (%)	N-free extracts (%)
Barley	H. dough	3.70	3.16	7.82	24.87	60.45
Rye	S. dough	4.42	2.58	9.08	30.25	53.67
Spring oat	S. dough	4.28	2.67	8.46	29.64	54.95
Italian rye.	Bloom	7.54	3.15	13.68	32.48	43.15
Orchardgrass	Bloom	6.54	3.08	12.04	34.97	46.13
Alfalfa	Bloom	7.16	2.71	18.23	30.14	41.76
Pasture mixt.	Bloom	6.07	3.03	10.15	32.62	44.11

반사료 성분은 조회분 4.42%, 조지방 2.58%, 조단백질 9.08%, 조섬유 30.25%, NFE 53.67%로서 이 때의 가스화 건물 및 net energy 함량은 각각 TDN 59.6 및 NEL 5.84MJ/kg이었는데 이같은 BS의 품질은 동일재료를 이용하여 관행적 방법으로 조제된 CS 품질에 비해 다소 높은 것으로 평가되었다(Table 3). 이와 같이 호맥을 근포 silage 형태로 조제이용시 품질개선 효과가 있었던 것은 silage 저장기간중에 건물 및 양분손실이 적었기 때문인 것으로 분석되었다.

Fig. 1은 호맥과 혼파목초를 공시재료로 하여

silage 조제형태별로 저장기간중의 일반 성분변화와 손실율을 비교 분석한 것이다. 호맥 silage의 경우 저장중 양분손실율이 BS 형태에서 각각 조지방 6.5%, 조단백질 3.9% 및 NEF 5.78%이었는데 비해 관행적 방법인 CS 형태에서는 각각 조지방 8.1%, 조단백질 6.5% 및 NEF 10.2%로 나타나 근포 silage 조제이용시 일반 각성분의 손실이 크게 감소되었음을 알 수 있었다. 이 결과 호맥 silage의 가스화총건물(DDM) 손실율도 관행적 CS의 8.5%에서 BS 형태에서는 4.5%로 감소되었다. 목초 silage에 있어서도 조제후 저장중의

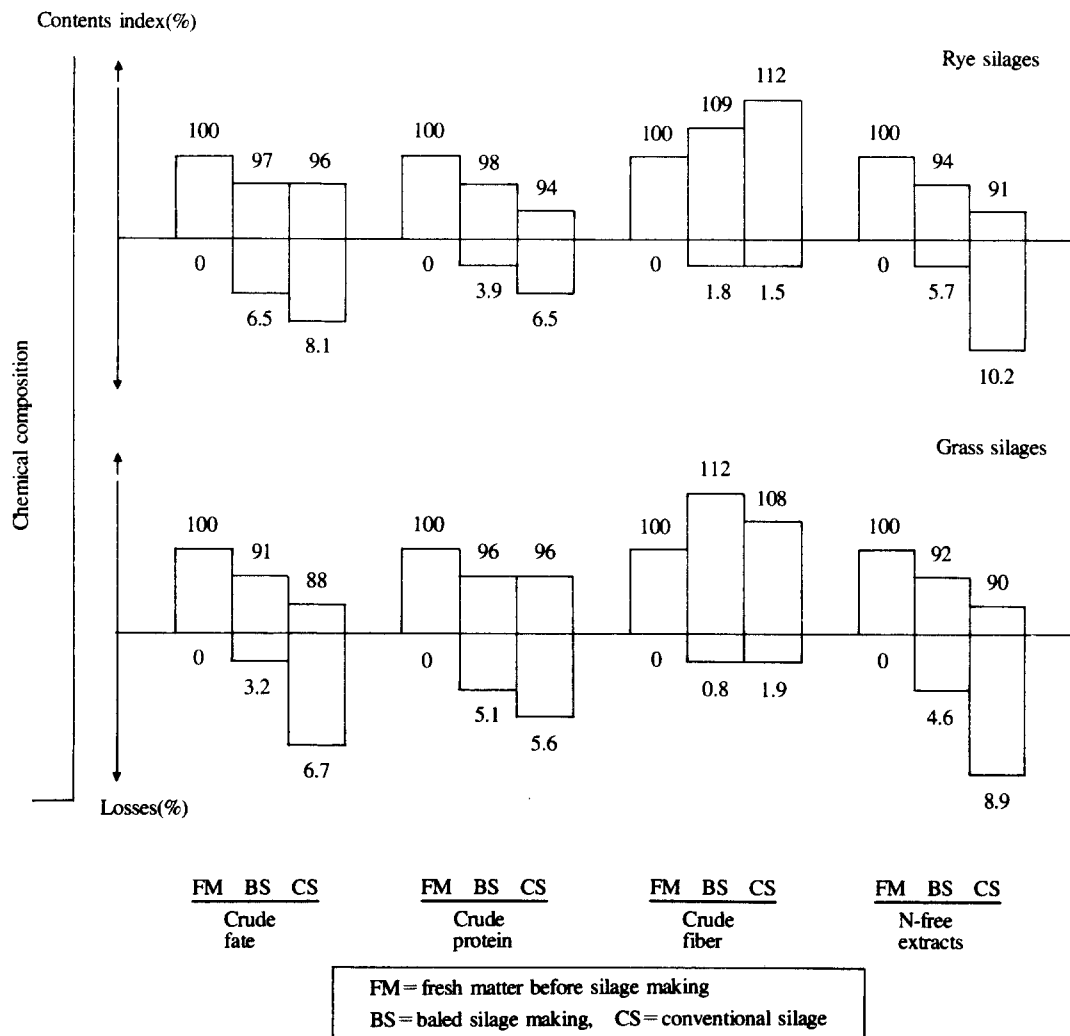


Fig. 1. Changes in the chemical composition of rye and grass silages during the periods of storage under two different ensiling techniques

건물 및 사료성분 손실율은 silage 조제형태에 따라 큰 차이가 있어 관행적 CS의 경우 사료성분 손실율이 각각 조지방 6.7%, 조단백질 5.6% 및 NFE 8.9%이었으나 BS 조제이용에서는 조지방 3.2%, 조단백질 5.1% 및 NFE 4.6%가 각각 손실된 것으로 조사되었다. 따라서 목초의 가소화건물수량(DDM)의 손실율도 각각 CS에서 9.9(DDM)-10.2%(DOM), BS에서 4.1

(DDM)-4.8%(DOM)로 나타나 silage 조제형태에 따른 손실율의 차이가 매우 큰 편이었다(Fig. 2).

또한 공시작물중 대맥과 연맥에 있어서 silage 조제형태에 따른 저장기간중의 일반 성분 변화는 대체적으로 위에 설명된 호맥과 유사한 경향을 보였으며 이 결과 대맥과 호맥 모두 곤포 silage 조제이용시 품질이 크게 개선되는 효과가 있었다(Table 1, 3).

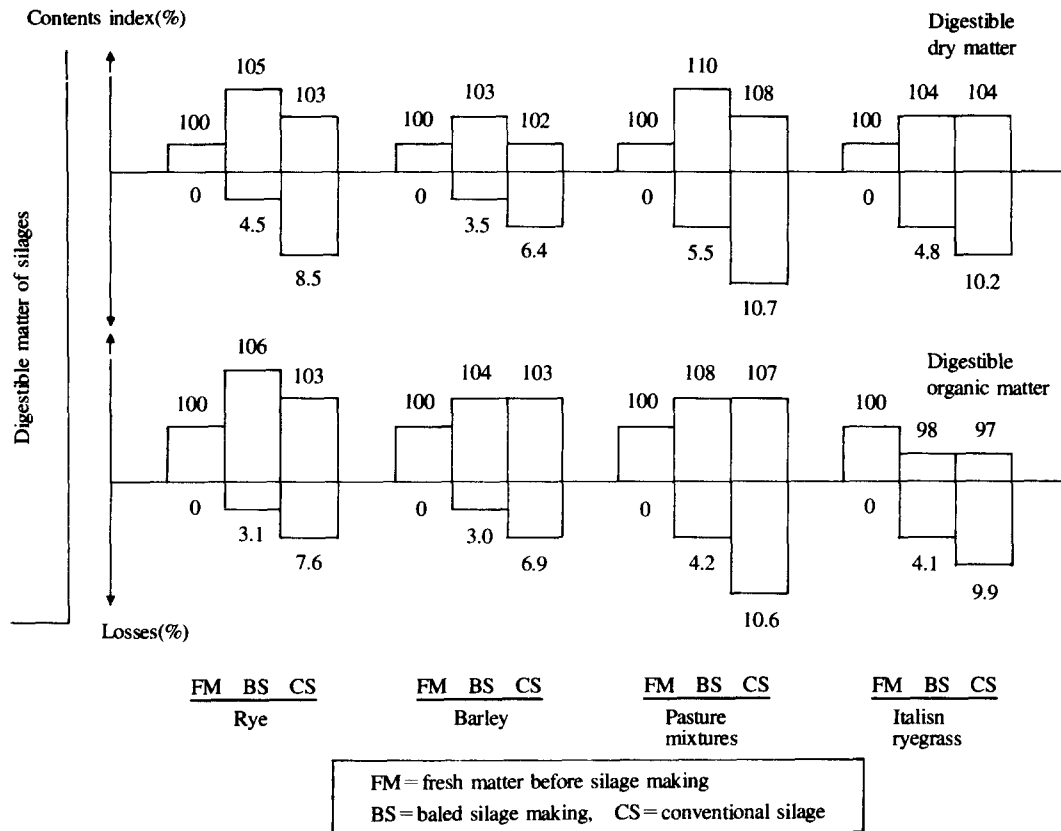


Fig. 2. Changes in the digestible dry matter (DDM) and digestible organic matter (DOM) of silages during the periods of storage under two different ensiling techniques

한편 사료성분중 세포막 구성물질(CWC)인 hemicellulose, cellulose 및 lignin의 함량구성도 silage 조제 및 저장기간중에 변화되는 경향이나 그 정도는 일반 사료성분에서와 같이 현저하게 나타나지 않았다(Table 2). 따라서 silage 조제형태에 따른 CWC 함량차이는 적은 편이었으며 또한 이들 함량차이가 CS 및 BS간의 silage 품질에 미치는 영향도 특기할만

한 수준이 아니었다.

이상의 결과를 종합 검토하여 볼 때 본 시험에 사용된 공시작물 모두에서 곤포 silage 조제이용시 silage의 발효품질이 크게 향상되어 저장중의 건물 및 가소화양분 손실을 관행적 silage 수준 이하로 방지할 수 있다는 결론을 얻을 수 있었다.

Table 2. Changes in the cell-wall constituents(% in DM basis) of baled silages during the period of storage

Cell-wall constituents	Material	Barley	Rye	Spring oat	Italian ryegrass	Pasture mixtures
NDF	FM*	52.64	59.15	56.10	58.09	57.16
	BS	54.19	60.25	57.63	60.12	59.09
	D(%)	+2.94	+1.86	+2.73	+3.50	+3.31
Hemicellulose	FM	20.53	20.40	23.26	21.57	22.31
	BS	18.86	19.84	22.08	21.40	21.84
	D(%)	-8.13	-2.75	-5.07	-0.79	-2.11
Cellulose	FM	26.81	32.32	27.74	30.39	28.91
	BS	29.61	33.78	30.35	32.30	31.70
	D(%)	+10.44	+4.51	+9.41	+6.28	+9.65
Lignin	FM	5.30	6.43	5.14	6.13	5.51
	BS	5.72	6.63	5.20	6.42	6.01
	D(%)	+7.92	+3.11	+1.17	+4.73	+9.07

*FM= fresh matter before silage making. BS=baled silage. D= differences of the concentration in %.

Table 3. Evaluation of silage quality ensiled with baled(BS) and conventional techniques(CS)

Materials	Stage of silage making	pH	TDN(%)*	NEL* (MJ/kg)	Organic acid(%)*			Quality evaluation (ponit)
					LA	BA	AA	
Baled silage(BS)								
Barley	H. dough	4.58	65.3	6.61	9.31	0.32	2.44	81
Rye	s. dough	4.12	59.6	5.84	8.82	0.30	2.01	84
Spring oat	s. dough	4.61	61.4	6.12	9.28	0.28	2.03	85
Italian rye.	Bloom	3.96	58.0	5.97	8.95	0.26	2.04	86
Orchardgrass	Bloom	4.03	56.2	5.58	8.71	0.29	2.36	80
Alfalfa	Bloom	5.02	54.9	5.43	8.87	0.35	2.59	74
Pasture mixt.	Bloom	4.15	60.5	6.03	8.90	0.33	2.45	75
Conventional silage(CS)								
Barley	H. dough	4.80	63.7	6.48	9.24	0.40	2.49	78
Rye	s. dough	4.09	56.4	5.60	8.65	0.33	2.14	78
Spring oat	s. dough	4.75	58.9	5.82	9.17	0.39	2.33	76
Italian rye.	Bloom	3.85	57.2	5.75	8.82	0.31	2.60	81
Orchardgrass	Bloom	4.14	55.0	5.43	8.54	0.41	2.55	68
Alfalfa	Bloom	5.26	53.5	5.07	8.89	0.45	3.03	63
Pasture mixt.	Bloom	4.09	56.3	6.59	8.78	0.36	2.74	73

*TDN= total digestible nutrients, NEL= net energy lactation. LA= lactic acid, BA= butyric acid, AA= acetic acid based on silage DM.

IV. 적 요

본 시험은 우리나라에서 재배 이용되고 있는 주요 사료작물과 목초류 7종(대맥, 호맥, 연맥, 이탈리아라이그라스, 오차드그라스, 알팔파 및 혼파목초)을 공시재료로 하여 곤포사일리지(BS=baled silage making) 조제이동에 따른 일반 성분, 에너지함량,사일리지 품질을 관행적 사일리지(CS=conventional silage making)와 비교 평가하였다. 시험에 사용된 곤포사일리지는 자체적으로 제작한 각형 곤포기를 이용 개체당 중량을 건물기준 25kg 내외로 조제 0.05mm 두께의 염화비닐로 밀봉포장(wrapping)하여 stack silo 형태로 6개월 저장 후에 분석 평가하였다.

대맥을 비롯한 호맥, 연맥과 목초류 등 공시재료 모두에서 관행적 사일리지 조제방법에 비해 곤포사일리지 조제이동에서 높은 품질의 사일리지 생산이 가능하였는데 이같은 원인은 저장중의 일반성분 및 가스화건물 손실이 적었기 때문이었다. 대맥의 경우 사일리지 형태별 TDN 함량은 6.48MJ(CS)에서 6.61MJ/kg건물(BS)로 향상되었다. 곤포사일리지 생산이동에 따른 TDN 및 NEL 개선효과는 호맥, 연맥, 이탈리아라이그라스 등 기타의 작물에서도 유사한 결과를 보였다.

V. 인용 문헌

1. Bevre, L. 1988. Silage making in round bales. *Buscap Og Avdratt*. 40(2):100-103. Norway.
2. DLG. 1979. Nettoenergie-Lactation(NEL), die neue energetische Futterbewertung fuer Milchkuhe, *DLG-Mitteilungen* 94:472.
3. Fenlon, D.R., J. Wilson, and J.R. Weddell. 1989. The relationship between spoilage and listeria monocytogenes contamination in bagged and wrapped big bale silage. *Grass and Forage Sci.* 44 (1):97-100. Scotland.
4. Gaillage, F., and P. Zwaenepoel. 1987. Round bale silage wrapped in plastic film. *Bulletin Technique du Machinisme et de l'equiment Agricoles* No. 18:37-46. France.
5. Galloy, A., B. Toussaint, and J. Lambert. 1988. Contribution to the study of making grass silage in round bales in the province of Luxembourg. *Revue de l'agriculture*. 41(4):923-934. Belgium.
6. Hadero-Ertiro, A., P. Moate., T. Clarke, and G.I. Rogers. 1988. A comparison of the feeding value for milk production of pasture silage conserved as round bales either wrapped or bagged in polyethylene. *Proceeding of the Australian Society of Animal Production*. 17-410. Sustralia.
7. Howe, S.D. 1987. New developments in big bale silage In: Wikinson, J.W. et al(ed). *Developments in silage*. Chalcombe Publications. 7-22. Kirchgessen-er, M. 1978. *Tiermaerung*. DLG-Verlag, Frnkfurt (M):126-132.
8. Robinson, I.B., G.L. Rogers, and G. Drane. 1988. Feeding value of bale silage for milk production. *Proceeding of the Australian Society of animal Production*. 17-458. Australia.
9. Romahn, W. 1988. Big bale haylage fits our operation. *Moard's Adiryman*. March 10. Hoard and sons company. Fort Atkinson, Wisconsin. P. 255.
10. Savoie. P. 1988. Optimization of plastic covers for stack silos. *J. of agricultural Engineering*.
11. Takano, B. 1982. Development of a new system of year-round silage in Japan. *JARQ*. 15(4):261-265.
12. 김정갑, 한민수, 한홍전, 강우성, 한정대. 1991. 맥류 Whole Crop Silage 생산이용 연구, 축시보고. 645-662.
13. 김정갑, 한민수, 김건엽, 강우성. 1993. 사료작물의 숙성조제 및 간이저장기술 개발연구, 축시보고. 1004-1013.
14. 김정갑, 강우성, 한정대, 신정남, 한민수, 김건엽. 1995. 주요 사료작물의 곤포 Silage 조제이용. I. 작물의 생리적 특성과 곤포 Silage 조제이용. *한초지* 15(1):73-79.
15. 한정대, 김정갑, 신정남, 박용윤, 강우성. 1991. 도입사료 절감 사료작물의 간이저장 기술개발, 과학기술처 별책.